



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN LAS LOCALIDADES LA CONCEPCIÓN, EL GUAPINOL Y
VERACRUZ DEL MUNICIPIO DE DIRIOMO DEPTO. DE GRANADA”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. EUSEBIO ILDELFONZO MENA GONZÁLEZ
Br. HUMBERTO DE JESÚS GUTIÉRREZ CUBILLO

Tutor

Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

Managua, Diciembre 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos inteligencia y el don de ciencia para poder culminar nuestra carrera. Agradecemos el esfuerzo de nuestros padres por sembrar en nosotros la semilla del éxito basado en la constancia y disciplina. A nuestros abuelos que con su ejemplo e ideales continúan forjando nuestra actitud.

Agradecemos la colaboración de nuestro tutor en la elaboración de nuestro proyecto monográfico.

Y gracias nuevamente al Altísimo, todo el honor, el poder y la gloria sean otorgadas a Él.

DEDICATORIA

Gracias al dador de la vida por permitirme alcanzar un logro más y proporcionarme la sabiduría y dirección necesaria para culminar este proyecto.

A mis padres Martha Elena Cubillo y Humberto Gutiérrez por estar siempre presentes para brindarme su ayuda y contar con su valiosa guía y estímulo para alcanzar la meta propuesta.

Con mi admiración de siempre y profundo agradecimiento a mi abuelo Ramón Cubillo, por todo su esfuerzo y apoyo incondicional durante todo el transcurso de mi carrera y a lo largo de una vida.

Atte.:

Br. Humberto J. Gutiérrez Cubillo

DEDICATORIA

Dedico el fruto de mi trabajo a Dios, a mi padre William Mena Fernández, a mi madre Rosa Isabel González Pérez, a mi esposa Alondra Morales y a mi hijo Matías Emiliano quienes son mi razón de ser, a mis hermanos, hermanas que me sustentaron en mi infancia, a todas las personas que me brindaron su apoyo físico y espiritual. También con mucho agradecimiento a la Lic. Erenia Robleto quien me alimentaba en mis épocas de estudiante, y fervientemente me recordaba la importancia de la culminación de mi carrera.

Hoy quiero decirles a todos que éste es el resultado de un apoyo en conjunto que se materializa en la culminación exitosa de mi carrera. Y por último una dedicación especial a todas las personas que, sin saberlo, me ayudaron a seguir adelante haciéndome más fuerte y sabio.

Atte.:

Br. Eusebio Mena González

RESUMEN

El sistema proyectado de abastecimiento de agua potable es un acueducto del tipo Fuente – Tanque – Red, con el cual se beneficiarán a tres comunidades rurales: La Concepción, El Guapinol y Veracruz, pertenecientes al municipio de Diriomo, con una cobertura del 100% del servicio de agua potable.

Para dicho sistema se realizó la evaluación de todo el sistema de abastecimiento existente, con el objetivo de proponer un diseño mejorado de todo el sistema y rehabilitando así todos los componentes de su red, ya que la red existente solo tiene cobertura del servicio de ENACAL para una parte de las diferentes localidades.

Se ha proyectado una línea de conducción por bombeo que conducirá la demanda de máximo día desde el pozo propuesto hasta el tanque de almacenamiento; la línea de conducción comprende una longitud total de 1,925.01 metros, con diámetro de 4 pulgadas y material PVC. En donde 1,554.39 metros corresponden a tubería SDR-17; y los restantes 370.62 metros está constituida por tubería SDR-26.

La red de distribución propuesta es del tipo ramal y contará con una longitud aproximada de 7,533.25 metros; conformada por tubería con diámetro de 4" que saldrá del nuevo tanque de almacenamiento, y que posteriormente será reducida a 3", 2" y 1 ½" de diámetro.

La fuente de abastecimiento del sistema rehabilitado, serán las aguas subterráneas de la zona, explotadas mediante un pozo perforado de 650 pies de profundidad y con capacidad suficiente para garantizar el consumo de máximo día para fines del periodo de diseño. La fuente se encuentra ubicada en un predio de posesión comunal y donde en el pasado se ubicaba un puesto público de agua.

La obra de almacenamiento consiste en un reservorio de 113.60 m³ de capacidad.

Esta capacidad de almacenamiento representa el 32.2% del Consumo Promedio Diario estimada para la demanda de fin de período de diseño. Su construcción se hizo con piedra cantera, tapa de concreto reforzado y ubicado directamente sobre suelo, con una elevación de 185 msnm (Cota de Fondo). Esta unidad recepcionará las aguas provenientes del pozo propuesto (pozo A-4-75).

El equipo de bombeo a instalar para cubrir las demandas presentes en todo el periodo de diseño consiste en una bomba de eje vertical sumergible del Tipo GRUNDFOS serie 85-S200-17, con capacidad de 70 gpm, 760 pies de CTD y 20.00 HP de potencia, cable sumergible, columna de 4", válvula cheque vertical y controles eléctricos con sus protecciones y otros componentes para la operación del equipo de bombeo.

INDICE

Contenido

CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
 CAPITULO II: INFORMACION GENERAL	 8
2.1 Localización Geográfica y Topografía.....	9
2.2 Clima Y Precipitaciones	11
2.3 Geomorfología	11
2.3.1 Caldera de Apoyo	11
2.3.2 Planicie de Nandaime	12
2.4 Geología	12
2.4.1 Formación Brito (Teb)	12
2.4.2 Volcanismo Antiguo (Qtv)	12
2.4.3 Grupo Las Sierras (TQps).....	13
2.4.4 Cuaternario Volcánico De Masaya (QVM)	13
2.4.4 Cuaternario Volcánico De Apoyo (QVA)	13
2.5 Hidrogeología.....	13
2.5.1 Características Hidrogeológicas de las Formaciones	13
2.5.1.1 Cuaternario Volcánico Masaya	13
2.5.1.2 Cuaternario Volcánico De Apoyo	14
2.5.1.3 Grupo Las Sierras	14
2.5.1.4 Lavas de Apoyo	14

2.5.2 Profundidad del Agua Subterránea	14
2.5.3 Capacidad Específica	15
2.5.4 Sentido del Ecurrimiento Subterráneo.....	15
2.5.5 Recarga	15
2.5.6 Cambio de Almacenamiento	15
2.6 Aspectos Sociales y Económicos	16
2.6.1 Infraestructura	16
2.6.2 Actividades Económicas	16
2.7 Servicios e Infraestructuras Existentes	17
2.7.1 Educación	17
2.7.2 Salud.....	17
2.7.3 Abastecimiento de Agua Potable	18
2.7.4 Disposición de Excretas.....	21
2.7.5 Otros Servicios.....	21
 CAPITULO III: MARCO TEORICO.....	22
3.1 Generalidades.....	23
3.2 Agua Potable	23
3.3 Estudio Socio-económico.....	23
3.4 Levantamiento Topográfico.....	23
3.5 Sistema de Abastecimiento.....	24
3.5.1 Fuente de Abastecimiento	25
3.5.2 Obras de Captación	25
3.5.3 Pozos	26
3.5.3.1 Longitud de Succión del Pozo.....	27
3.5.4 Estación de Bombeo	28
3.5.4.1 Caseta de Control	28
3.5.4.2 Bombas	28
3.5.4.2.1 Bombas Manuales	28
3.5.4.2.2 Bombas Sumergibles	29
3.5.4.2.3 Bombas Horizontales	29

3.5.4.3 Motor.....	29
3.5.4.3.1 Energía	29
3.5.4.3.2 Velocidad de Operación.....	30
3.5.5 Línea de Conducción	30
3.5.5.1 Línea de Conducción por Gravedad	30
3.5.5.2 Línea de Conducción por Bombeo.....	30
3.5.5.2.1 Fuente –Tanque – Red	31
3.5.5.2.2 Fuente – Red – Tanque	31
3.5.5.3 Golpe de Ariete	31
3.5.6 Almacenamiento	32
3.5.7 Red de Distribución.....	33
3.5.7.1 Redes Abiertas.....	33
3.5.7.2 Redes Cerradas	34
3.5.7.3 Conexiones Domiciliarias.....	34
3.5.7.4 Obras Complementarias	34
3.6 Hidráulica del Acueducto	35
3.7 Modelación en EPANET	35
3.8 Desinfección	35
3.9 Presupuesto.....	35
CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO.....	36
4.1 Recopilación de Información.....	37
4.2 Reconocimiento De La Zona En Estudio	37
4.3 Estudio Demográfico.....	37
4.4 Estudio de la Calidad del Agua	38
4.5 Levantamiento Topográfico.....	38
4.6 Evaluación del Sistema de Abastecimiento Existente.....	38
4.6.1 Periodo de Diseño.....	38
4.6.2 Población de Diseño	39
4.6.3 Dotación de Agua.....	39
4.6.4 Capacidad de la Fuentes de Abastecimiento	39

4.6.5 Variación de Consumo	40
4.6.6 Volumen de Almacenamiento	40
4.6.7 Línea de Conducción	40
4.6.7.1 Dimensionamiento Hidráulico.....	41
4.6.7.2 Calculo de la Sobrepresión y Clase de Tubería	42
4.6.7.3 Presiones Máximas y Mínimas.....	42
4.6.7.4 Velocidades Permisibles en Tuberías	42
4.6.7.5 Diámetro Mínimo.....	43
4.6.7.6 Cobertura de Tubería	43
4.6.7.7 Perdidas en el Sistema	43
4.6.8 Red de Distribución.....	43
4.6.9 Estación de Bombeo	44
4.6.9.1 Estación de Cloración	45
4.6.9.2 Dimensionamiento	45
4.6.10 Nivel de Servicio	46
4.6.11 Conexiones Domiciliares.....	46
4.6.12 Accesorios Complementarios	46
4.6.12.1 Tubería de Llegada	46
4.6.12.2 Tubería de Salida.....	46
4.6.12.3 Tubería de Limpieza	47
4.6.12.4 Tubería de Ventilación	47
4.6.12.5 Tubería de Rebose	47
4.7 Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	47
4.8 Análisis Hidráulico.....	47

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS..... 49

5.1 Descripción del Sistema Proyectado de Abastecimiento de Agua	50
5.2 Fuente de Abastecimiento y Obras de Captación	50
5.3 Estación de Bombeo	51
5.4 Estación de Cloración	56
5.5 Línea De Conducción.....	56

5.6 Obra De Almacenamiento	56
5.6.1 Características Relevantes	57
5.7 Red de Distribución.....	57
5.8 Nivel de Servicio	58
5.9 Costo Estimado del Proyecto	58
5.9.1 Costo de Inversión	58
5.10 Estudio de Población y de Consumo	63
5.10.1 Población Actual	63
5.10.2 Crecimiento Histórico de la Población.....	64
5.10.3 Escogencia de la Tasa de Crecimiento Para la Población de Diseño.....	64
5.10.4 Proyección de la Población Futura de las Localidades a Beneficiar	65
5.10.5 Variación y Proyección de Consumo	65
5.10.5.1 Nivel de Servicio y Dotación de Agua	65
5.10.5.2 Estimación de Consumos	66
5.11 Obras de Captación	68
5.11.1 Datos Constructivos del Pozo	68
5.11.2 Estación de Bombeo	68
5.11.2.1 Criterios de Diseño.....	68
5.11.2.2 Características del Equipo de Bombeo	69
5.11.3 Línea de Conducción	73
5.11.3.1 Criterios de Diseño.....	73
5.11.3.2 Dimensionamiento Hidráulico.....	74
5.11.3.3 Estudio Técnico - Económico.....	74
5.11.3.3.1 Costo de Inversión	74
5.11.3.3.2 Costo de Inversión Anual	75
5.11.3.3.3 Costo Anual de Operación	76
5.11.3.3.4 Costo Anual Equivalente	77
5.11.3.3.5 Revisión de la Velocidad	77
5.11.3.3.6 Golpe de Ariete	78
5.11.4 Red de Distribución.....	79
5.11.4.1 Criterios de Diseño.....	79

5.11.4.2 Demanda	81
5.11.4.2.1 Dimensionamiento Hidráulico.....	81
5.11.4.3 Análisis Hidráulico	83
5.11.4.4 Nivel de Servicio	88
5.11.4.5 Accesorios.....	89
5.11.5 Volumen de Almacenamiento	89
5.11.5.1 Criterios para Dimensionar el Tanque de Almacenamiento	89
5.11.5.2 Volumen de Almacenamiento	90
5.11.5.3 Accesorios Complementarios.....	91
5.11.6 Diseño de la Estación de Cloración	92
5.11.6.1 Criterios de Diseño.....	92
5.11.6.2 Dimensionamiento	92
5.12 Calidad de Agua.....	96
 CONCLUSIONES	99
 RECOMENDACIONES.....	100
 BIBLIOGRAFIA	101
 ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

No	Nombre	Páginas
2.1	Macrolocalización del Proyecto	9
2.2	Microlocalización del Proyecto	10
2.3	Esquema del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Existente Diria – Diriomo	19
2.4	Esquema del sistema de Abastecimiento de Agua Potable Propuesto Diria – Diriomo	20
2.5	Cobertura y Continuidad del Servicio de Agua	21
5.1	Distribución de Viviendas por Localidad	63
5.2	Registro Poblacionales Históricos	64
5.3	Población Futura	65
5.4	Proyección de Demanda de Agua	67
5.5	Estimación de Longitud Total Equivalente	71
5.6	Costo Total de Materiales	75
5.7	Costo Total de Inversión	75
5.8	Costo de Inversión Anual	76
5.9	Potencia del Equipo de Bombeo	76
5.10	Costos Operacionales	76
5.11	Costo Anual Equivalente	77
5.12	Caudales Concentrados por Nodos (Condición de Futuro)	82
5.13	Diámetros que Conforman la Red de Distribución	88

5.14	Resumen de Características Físicas, Químicas y Microbiológicas	97
5.15	Balance de Aniones y Cationes	97

INDICE DE ANEXOS

No	Nombre
1.1	Información Básica de Pozos y Equipos de Bombeo.
5.1	Formato para Censo Poblacional.
5.2	Proyección de Demanda de Agua Por Año.
5.3	Esquema de Distribución Propuesto de Nodos y Tuberías.
5.4	Análisis Hidráulico de la Red de Distribución con la Condición de Cero Consumo.
5.5	Análisis Hidráulico de la Red de Distribución con la Condición de Consumo de Máximo Día.
5.6	Análisis Hidráulico de la Red de Distribución con la Condición de Consumo Máxima Hora.
5.7	Sondeo de Tipo de Suelo.
5.8	Manual de Operación y Mantenimiento.
5.9	Planos de las Obras Propuestas y Existentes.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El desarrollo de los sistemas de abastecimiento de agua potable está ligado al aumento de la población y al grado de evolución económica y social alcanzado, por lo cual conlleva a un crecimiento en la demanda de recursos hídricos.

El agua como recurso prioritario para satisfacer las necesidades humanas, es de máxima prioridad para la población rural nicaragüense y la economía preponderadamente agraria, por lo que es de gran importancia el aprovechamiento de los recursos hídricos de aguas subterráneas mediante la captación de las mismas, y el desarrollo de las redes de abastecimiento de agua para el consumo humano, para mejorar la calidad de vida de cada una de las localidades en estudio (La Concepción, El Guapinol y Veracruz) a través de la satisfacción de los requerimientos de agua potable.

El sistema proyectado de abastecimiento de agua potable para las tres localidades (La concepción, El Guapinol y Veracruz), es un acueducto del tipo Fuente – Tanque – Red. Para el cual se realizará la evaluación de todo el sistema de abastecimiento existente, el diseño mejorado del sistema para la rehabilitación de su red de abastecimiento, ya que la red existente solo tiene cobertura para una parte de las diferentes localidades y la construcción de su tanque de almacenamiento que estará localizado en el sitio conocido como “Loma del Pueblo”.

Actualmente las tres comunidades carecen de un abastecimiento de agua potable completo y la cobertura del servicio de ENACAL con la que cuenta cada una de las comunidades es de 62.94% para La Concepción, 60.87% para El

Guapinol y 46.27% para Veracruz y las cuales tienen un horario de servicio de 12, <5 y <3 horas, respectivamente.¹

El servicio de agua será brindado a la población a través de conexiones domiciliarias, cada una de estas conexiones deberá contar con su respectivo medidor de consumo, ya que gran parte de la población no están conectados al acueducto y efectúan su abastecimiento del vital líquido solicitando agua a algún vecino.

Con el sistema de abastecimiento propuesto se beneficiaran a las tres localidades rurales pertenecientes al municipio de Diriomo, con una cobertura del 100% del servicio de agua potable.

¹ FISE 2012

1.2 Antecedentes

Hace 35 años las tres comunidades se abastecían de pozos artesanales comunales y privados que funcionaban con malacates jalados por bueyes. El agua extraída era utilizada para consumo humano, uso doméstico e higiene, y la transportaban en cantaros, latas, nambiros (recipientes formados con bejucos), los pobladores recorrían distancias promedio de 500 varas (aprox. 420 m) para llevar el vital líquido a sus viviendas.

Disponibilidad de agua subterránea.

Hasta hoy, se han perforado cinco (5) pozos para conseguir el agua potable del Sistema de Diriá – Diriomo (Sistema Existente). De éstos, sólo los pozos identificados con códigos: 1-A-75, N-1-92, F-2-82 y F-1-91 (ver Anexo 1.1) están en servicio. Los dos primeros ubicados en Diriá; y los dos últimos al sureste de Diriomo sobre la carretera hacia el empalme El Guanacaste.

La edad de los pozos, en servicio, es de 12 y 28 años, respectivamente. El pozo restante, está fuera de uso por diferentes razones, dentro de las cuales destaca la falta de tendido eléctrico público para poner en marcha el sistema de bombeo. La perforación de estos pozos fue ejecutada por INAA Y CASA MCGREGOR, las características constructivas de estas obras se resumen en la tabla del “Anexo I.1”.

Existe un estudio completo realizado por el FISE, el cual reflejó la viabilidad y rentabilidad de la ejecución del proyecto. Éste sistema de abastecimiento fue construido por el FISE en el año 2003 con fondos del Banco Mundial. Actualmente el sistema se encuentra inhabilitado.

El pozo identificado como A-4-75 (REGLA N°1) es la fuente que corresponde al sistema de abastecimiento propuesto en las áreas de estudio.

1.3 Justificación

Los pobladores de Veracruz en época de invierno se bañan con agua de las corrientes superficiales producto de las lluvias y también recolectan dicha agua con el propósito de sedimentarla y luego utilizarla para el consumo humano, en consecuencia son afectados por enfermedades transmitidas a través del agua tales como: diarrea, parasitosis, tifoidea, infecciones dérmicas, etc., debido a que no se encuentran conectados a ningún tipo de acueducto y carecen de una red de distribución de agua potable.

El agua es un recurso de máxima importancia para satisfacer las necesidades humanas y el desarrollo socio-económico e higiénico-sanitario de las poblaciones, por lo que es necesario proveer a las localidades de La Concepción, El Guapinol y Veracruz con un sistema capaz de funcionar eficientemente para la conducción del servicio de agua a los usuarios en cantidad y calidad suficiente, cumpliendo con los requerimientos técnicos para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua.

Actualmente del pozo F-2-82 (Regla N°2), del cual se extrae el vital líquido no cuenta con capacidad suficiente para abastecer a toda la población, por lo que es necesario proveer de una fuente de abastecimiento capaz de cubrir la demanda total de agua. A través de un estudio, y un nuevo diseño de la red de abastecimiento propuesta, pretendemos mejorar, aprovechar y ampliar los elementos existentes de la actual red de distribución, como son el tanque de almacenamiento, estación de bombeo y tuberías utilizadas.

Por todo lo antes dicho es necesario una evaluación y mejoramiento del sistema existente, y que por supuesto cumplirá con las condiciones necesarias de abastecimiento y potabilización para la población a beneficiar, mejore el nivel de servicio de la misma y ayude también a evitar posibles enfermedades para los

habitantes que carecen del vital líquido y como resultado puedan lograr beneficiarse de una red de distribución eficiente.

1.4 Objetivos

Objetivo General

- Evaluar y Rediseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en las localidades la Concepción, el Guapinol y Veracruz del municipio de Diriomo Dpto. de Granada.

Objetivos Específicos

1. Realizar censo poblacional, socioeconómico y de vivienda, mediante encuestas.
2. Identificar el estado físico los elementos de la red actual en las tres comunidades en estudio.
3. Realizar levantamiento topográfico del área en estudio.
4. Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la fuente de agua.
5. Revisar hidráulicamente la red de distribución existente a través del software EPANET.
6. Diseñar todos los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable.
7. Elaborar los planos constructivos y detalles del sistema de abastecimiento de agua potable.
8. Elaborar el presupuesto estimado del proyecto.

9. Realizar el estudio de la calidad del agua según los parámetros establecidos en las normas de INAA.

CAPITULO II

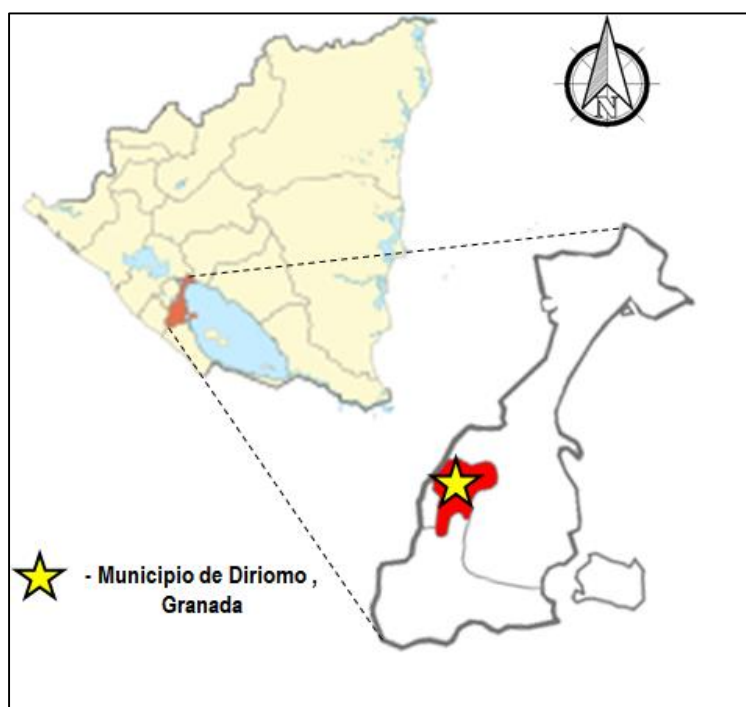
INFORMACION GENERAL

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 Localización Geográfica y Topografía

La Concepción, El Guapinol y Veracruz, son tres localidades rurales dispersas pertenecientes a comarcas con el mismo nombre, circunscritas al municipio de Diriomo. El acceso a los sectores poblacionales de estas localidades puede lograrse a través de dos vías, ambas en mal estado; una, que se inicia a la entrada del kilómetro 46 del tramo de carretera Diriomo – Empalme del Guanacaste; y que tras un recorrido de una longitud aproximada a 2 Km., se llega a las localidades El Guapinol y Veracruz; y la otra, que nace en el Km. 47, de dicho tramo de carretera y que mediante un mejor camino da acceso a La Concepción, El Guapinol y Veracruz sucesivamente.

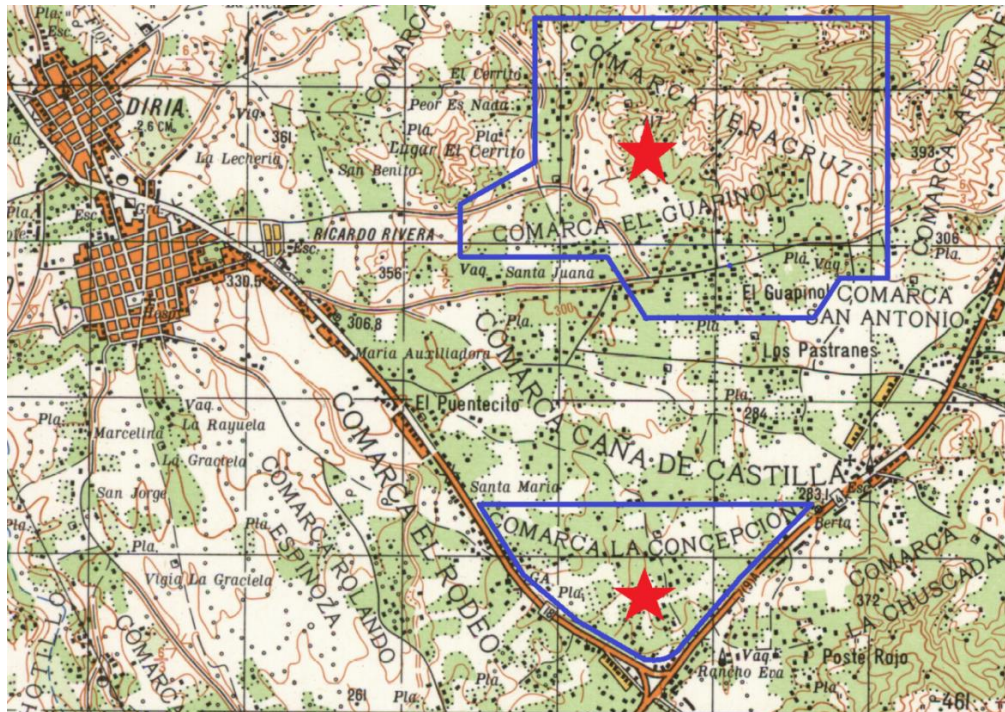
Cuadro 2.1 Macrolocalización del Proyecto



Fuente: <https://es.Wikipedia.org>

El área en estudio está enmarcada por las coordenadas geográficas 13°12'00" y 13°14'00" latitud Norte y 6°02'00" y 6°08'00" (ver Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Microlocalización del Proyecto



Fuente: INETER

Según la disposición en que se encuentran estas comunidades; Veracruz, es la que se ubica más al Norte, El Guapinol se localiza al centro y La Concepción es la comunidad ubicada más al Sur. Las tres comunidades están prácticamente localizadas una a continuación de la otra, percibiéndose cierta confusión entre los vecinos que habitan entre los límites de El Guapinol y de La Concepción respecto a la localidad a la que pertenecen.

La topografía de la comarca es irregular, presentando una ligera pendiente orientada hacia el Noreste.

El acceso interno entre las localidades de La Concepción con El Guapinol y Veracruz, se puede realizar a través de una derivación de camino de unos 300

metros de longitud, que comunica a las dos vías de acceso principales a estas comunidades. El camino señalado, se vuelve casi intransitable durante la estación lluviosa.

2.2 Clima y Precipitaciones

El clima en el municipio, no es variado, se encuentra solo con dos estaciones del año, invierno que va de mayo a octubre y verano que va de noviembre a abril. La precipitación anual oscila entre las 1,200 y 1,400 mm. La temperatura varía entre los 27° y 27.5°c., por lo que el clima se puede denominar semihúmedo (Sabana Tropical). Existe una variante del clima en la cumbre del volcán Mombacho, existen áreas protegidas donde se albergan algunas especies que son únicas en el país.

2.3 Geomorfología

Los rasgos morfológicos más sobresalientes en el paisaje del área central de la zona Pacífico de Nicaragua son las Calderas de Masaya y Apoyo, las Cuestas de Diriamba, la planicie de Nandaime y la Serranía del Pacífico.

Para el área específica en estudio los accidentes morfológicos de interés son:

2.3.1 Caldera de Apoyo

La caldera de Apoyo se encuentra en el extremo norte del área. Al igual que la caldera de Masaya, es una caldera de explosión con posterior hundimiento.

La caldera, de forma casi circular, tiene un diámetro aproximado de 5 km.; el fondo de la caldera está ocupado por la laguna de Apoyo, cuyas paredes son casi verticales y alcanzan, en el flanco occidental, 400 metros sobre la superficie de la laguna.

2.3.2 Planicie de Nandaime

La planicie de Nandaime es una zona casi horizontal de terreno, con ligera inclinación hacia el sureste. La textura del avenamiento en esta zona es del tipo paralelo poco denso.

2.4 Geología

En el área, las unidades diferenciadas en el área estudiada, enumeradas en orden ascendente, son: Formación Brito (Teb), Volcanismo Antiguo (QTV), Grupo Las Sierras (TQps), Cuaternario Volcánico de Masaya (QVM) y Cuaternario Volcánico de Apoyo (QVA).

2.4.1 Formación Brito (Teb)

Es la formación más antigua en el área de estudio, sobre la cual descansan discordantemente los materiales volcánicos y los depósitos aluviales. Está constituida por rocas sedimentarias marinas de edad eocénica.

2.4.2 Volcanismo Antiguo (QTV)

Se agrupan aquí las lavas andesíticas - basálticas y aglomerados tobáceos, profundamente meteorizadas, de edad plio-pleistocena, originadas de la Caldera de Apoyo. El producto de meteorización de estas rocas es una arcilla muy plástica color café rojizo a violeta; el espesor de la zona meteorizada es de 10 metros aproximadamente.

2.4.3 Grupo Las Sierras (TQps)

El Grupo Las Sierras comprende el conjunto de rocas de edad plio-pleistocena, compuesto principalmente de piroclastos consolidados o medianamente consolidados, depositados en parte en un ambiente de aguas someras.

2.4.4 Cuaternario Volcánico de Masaya (QVM)

Comprende el conjunto de rocas del Pleistoceno Superior, productos del volcanismo que antecedió a la caldera de Masaya.

2.4.5 Cuaternario Volcánico de Apoyo (QVA)

Se incluyen aquí las rocas piroclásticas del Pleistoceno Superior, originadas como consecuencia de la actividad de la caldera de Apoyo.

2.5 Hidrogeología

2.5.1 Características Hidrogeológicas de las Formaciones

Las características hidrogeológicas de las principales unidades geológicas del área en estudio son:

2.5.1.1 Cuaternario Volcánico Masaya

Hidrogeológicamente tienen importancia por su alta capacidad de infiltración. Cuando los materiales que forman esta unidad se encuentran debajo de la zona de saturación, constituyen un excelente acuífero, sin embargo su explotación está limitada por la profundidad a la cual se encuentra el agua subterránea (100 –70 m), a lo accidentado del terreno en donde esta unidad aflora y falta de accesibilidad.

2.5.1.2 Cuaternario Volcánico de Apoyo

Por su granulometría juegan un papel importantísimo en la recarga del depósito de aguas subterráneas.

2.5.1.3 Grupo Las Sierras

Los materiales sueltos y de mediana compactación de este Grupo, tales como lapillis, arenas y gravas, forman los principales acuíferos. Las tobas, muy frecuentes en los niveles inferiores del Grupo, no obstante a su relativa compactación, poseen regulares condiciones acuíferas. Los piroclastos sueltos, que se encuentran intercalados entre las tobas, tienen buenas condiciones de permeabilidad y transmisibilidad.

2.5.1.4 Lavas de Apoyo

Debido a la reducida extensión que ocupan y a la potente capa de material arcilloso que las cubre, producto de la meteorización de las mismas rocas, carecen totalmente de interés hidrogeológico.

2.5.2 Profundidad del Agua Subterránea

En las comunidades en estudio y sus alrededores inmediatos, la profundidad del agua subterránea, referida a nivel de terreno, varía entre 76.23 m. en el pozo perforado Regla No.2 (F-2-82, actualmente del cual se extrae el vital líquido) y 77.53 m. en el pozo cavado (pozo de uso privado), ubicado en la Hacienda Sta. Juana, Los Aragonés.

2.5.3 Capacidad Específica

De acuerdo a la prueba de bombeo efectuada por INAA² en el pozo perforado Regla No. 2, la capacidad específica varía entre 0.24 l/seg/m (1.16 gpm/pie) y 0.38 l/seg/m (2.2 gpm/pie)

2.5.4 Sentido del Ecurrimiento Subterráneo

El agua subterránea, en el área de estudio, fluye en dirección Sur-sureste, aproximadamente hacia la carretera Granada – Nandaime

2.5.5 Recarga

La recarga del depósito de agua subterránea, existente en el subsuelo del área objeto, proviene esencialmente de la infiltración de lluvias precipitadas directamente sobre el área ocupada por los afloramientos, que cubre casi toda el área referida, de los Cuaternarios Volcánico Apoyo que conforman el depósito; así como también, por aguas lluvias que caen y se infiltran en la zona alta de la Caldera de Apoyo y que posteriormente, bajo la acción del gradiente natural, escurren hacia la planicie.

2.5.6 Cambio de Almacenamiento

En el presente caso la fluctuación estacional de la superficie freática, según información verbal proporcionada por los moradores del valle, es en promedio de unos 3.0 m.

La porosidad del material acuífero y el coeficiente de almacenamiento, según la litología reportada en las columnas litológicas de los pozos perforados hasta ahora, tienen valores de 30 % y 0.15 % respectivamente.

² Información presentada en la Tabla del Anexo 1.1, para el Pozo Regla No. 2

2.6 Aspectos Sociales Y Económicos

2.6.1 Infraestructura

Las tres comarcas dependen administrativamente de la Alcaldía Municipal de Diriomo, la que es administrada por el Alcalde, elegido por voto popular.

Las viviendas de las localidades en estudio en su gran mayoría están construidas con mampostería de piedra cantera y bloques, techo de zinc y piso embaldosado o de ladrillo corriente

2.6.2 Actividades Económicas

La principal actividad económica de la Población Económicamente Activa (PEA) es la agricultura. Tal actividad se emplea de manera tradicional y con bajos niveles de rentabilidad.

La mayor parte de la producción agrícola se destina al autoconsumo familiar, una mínima parte se comercializa o se guarda la semilla.

Información obtenida de las encuestas de hogares, muestra que aproximadamente un 25.0 % de la población encuestada son estudiantes; el 21.2 % realiza trabajo doméstico; un 20.0 % desempeña labores relacionadas con la actividad agrícola; un 4.3 % desempeña actividades diversas (comercio, carpintería, albañilería, oficinista, enseñanza y otras); y el restante 29.5 % se encuentra desempleada.

2.7 Servicios e Infraestructuras Existentes

2.7.1 Educación

En la comarca se imparten los niveles educativos de pre-escolar y primaria.

Las escuelas de educación primaria en cada una de las localidades en estudio son las siguientes:

- Escuela La Concepción, construida con financiamiento del proyecto “Aprende” hace 4 años, brinda servicio a un total de 177 estudiantes en horario matutino y vespertino.
- Escuela Veracruz No. 1, ubicada en la localidad El Guapinol. Su construcción fue financiada por el proyecto “Aprende”, tiene dos años de estar operando en horario matutino y vespertino. Su población estudiantil asciende a 150 estudiantes.
- Escuela de Veracruz No. 2, localizada en la localidad de Veracruz. Fue construida por el Ministerio de Educación y Deporte en el año 1989; sus actividades académicas se desarrollan en horario matutino y vespertino; y cuenta con un total de 288 estudiantes.

2.7.2 Salud

Los servicios de salud son brindados por el MINSA a través de un puesto de salud ubicado en la localidad de Veracruz y brinda atención en: consultas generales, control del desarrollo del niño, programa de inmunizaciones, programas crónicos y atención a mujeres embarazadas y niños.

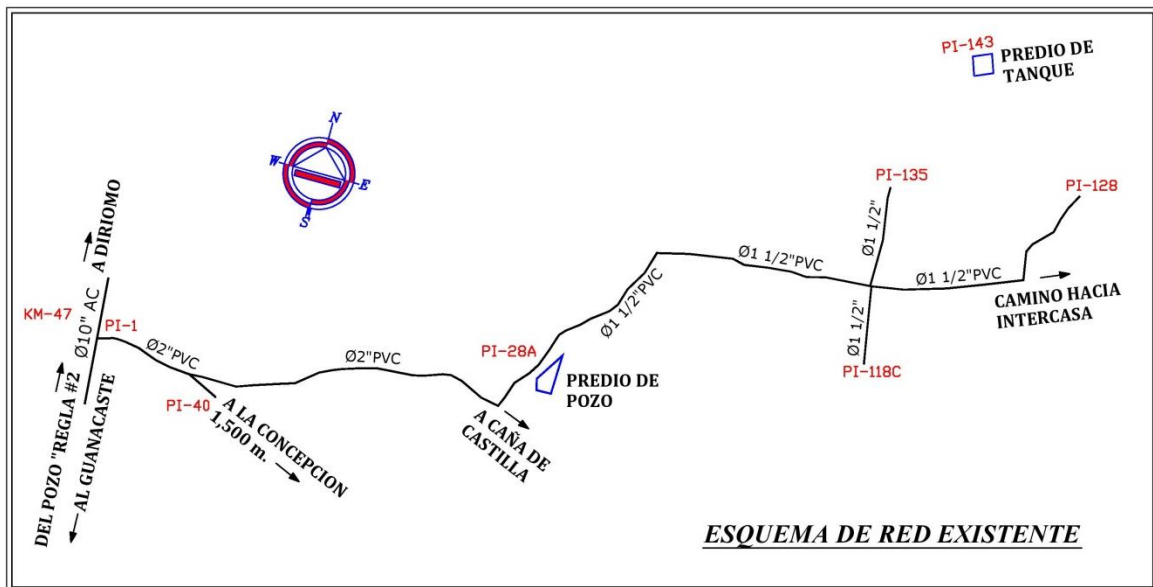
2.7.3 Abastecimiento de Agua Potable

Los habitantes de las localidades La Concepción, El Guapinol y Veracruz, son abastecidos de agua potable mediante una extensión del sistema regional Diria – Diriomo. Las continuas ampliaciones del sistema de agua potable regional referido ha provocado desabastecimiento en las comunidades en estudio, especialmente durante la estación de verano (Diciembre – Abril).

El acueducto existente está a cargo de la filial de ENACAL ubicada en Diriomo; oficina que depende técnica y administrativamente de la Delegación Regional, cuya sede está en la cabecera departamental de Granada.

Las localidades de La Concepción, El Guapinol y Veracruz, se abastecen de una tubería PVC de 2" de diámetro de aproximadamente 3,000 metros de longitud que se deriva mediante conexión directa de la línea de impulsión de Asbesto Cemento de 10" de diámetro que parte del Pozo F-2-82 (Regla No. 2).

Cuadro 2.3 Esquema del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Existente Diria-Diriomo



Fuente: Archivos de Alcaldía de Diriomo

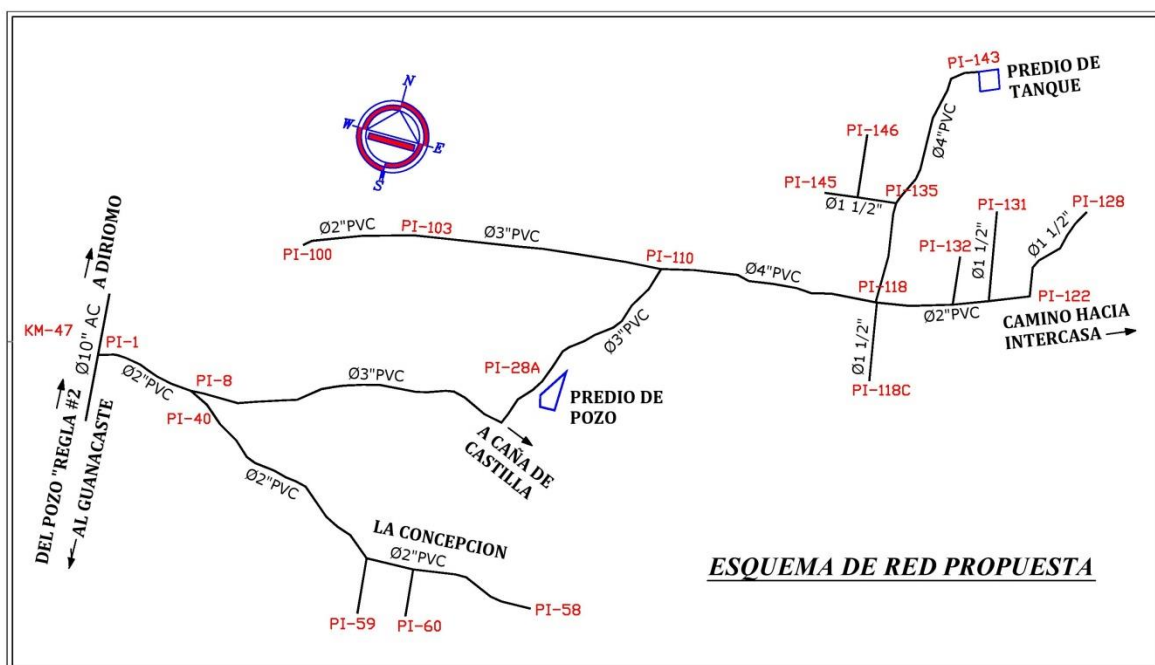
Esta tubería de 2" de diámetro tiene doble propósito: como red de distribución para los pobladores de La Concepción; y línea de conducción para las localidades de El Guapinol y Veracruz.

Posterior a la tubería de 2" de diámetro, se acoplan aproximadamente, 2,800 metros de tuberías de 1 ½ " de diámetro.

Una característica relevante de la trayectoria de la red de distribución, es el desorden en que se ha efectuado la extensión de la misma a lo largo de algunos sectores de las comunidades en estudio, de manera que muchas de las trayectorias atraviesan los terrenos de los pobladores.

El servicio es brindado mediante conexiones domiciliarias que carecen de medidores para contabilizar y registrar el consumo real de agua de los pobladores.

**Cuadro 2.4 Esquema del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
Propuesto Diria-Diriomo**



Fuente: Investigación monográfica

La red de distribución tendrá una longitud total de 7,533.25 metros, de tubería PVC SDR-26, de los cuales 6,669.05 metros pertenecen a la nueva red y 864.40 metros a la tubería existente.

La nueva tubería de 2" de diámetro, correspondiente al área de la concepción, se conectara con la tubería existente de 2", justamente en el PI-40.

Solamente los tramos de tubería que se encuentran entre los PI: 128-118C y 122-128, correspondientes a la tubería existente de 1 1/2", se conectaran a las nuevas tuberías de distribución.

De la tubería existente de 2" de diámetro, se utilizaran 332.24 metros de longitud (comprendidos entre PI-1 a PI-40), para acoplarse a la nueva tubería de 3" de diámetro.

Resultados obtenidos del estudio Socio-económico, indican que la cobertura del servicio es parcial y algunos de los sectores poblacionales no están siendo abastecidos. En el cuadro 2.3, se resume información relativa a la cobertura y continuidad del servicio.

Cuadro 2.5 Cobertura y Continuidad del Servicio de Agua

Localidad	Cobertura del Servicio de ENACAL (%)	Horas del Servicio Diarias
La Concepción	62.94	12
El Guapinol	60.87	< 5
Veracruz	46.27	< 3

Fuente: Investigación monográfica

Los pobladores, que no están conectados al acueducto efectúan su abastecimiento del vital líquido solicitando agua a algún vecino.

2.7.4 Disposición de Excretas

En relación a la disposición de excretas, el 80.62 % de las familias censadas poseen letrinas; y el restante 19.38 % de las viviendas carecen de esta infraestructura por lo que se supone efectúan fecalismo al aire libre o le solicitan al vecino el préstamo de su unidad sanitaria.

2.7.5 Otros Servicios

Las tres comunidades cuentan con los servicios de energía eléctrica domiciliar y un único transporte colectivo, consistente en un bici-móvil (caponera).

No obstante, en la comunidad de La Concepción se observa una mayor cobertura del servicio eléctrico, aunque éste pierde cobertura y calidad en la medida en que su red avanza hacia el Norte, en su atención a las comunidades de El Guapinol y Veracruz.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

Para desarrollar y culminar nuestra investigación es indispensable aplicar todos los conocimientos técnicos y científicos adquiridos, apoyándonos en las normas establecidas por ENACAL y las instituciones que desarrollan los estándares de calidad de los materiales y su aplicabilidad en las diversas áreas de la ingeniería civil que intervienen en los estudios y diseños de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

3.2 Agua Potable

Se considera potable al agua apta para consumo humano, cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud. Esta se debe encontrar libre de agentes patógenos o sustancias tóxicas y cumplir con las regulaciones en materia de control sanitario.

3.3 Estudio Socio-económico

Para el óptimo desarrollo del proyecto es necesario un diagnóstico integral y referido a conocer a los grupos involucrados, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá y medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Para lograrlo, debe aplicarse una encuesta con un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional.

3.4 Levantamiento Topográfico

Un levantamiento topográfico, o simplemente levantamiento, es el proceso científico de medición de las dimensiones de un área particular de la superficie

de la tierra, incluyendo sus distancias horizontales, direcciones, ángulos y elevaciones. Los levantamientos topográficos se realizan para hacer una correcta representación gráfica o plano. Esta representación gráfica resulta esencial para establecer o identificar los límites de cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico. Si se desea conocer la posición de puntos en el área de interés, es necesario determinar su ubicación mediante tres coordenadas que son latitud, longitud y elevación o cota. Para realizar levantamientos topográficos se necesitan varios instrumentos, como el nivel, el teodolito o estación total.

3.5 Sistema de Abastecimiento

El abastecimiento de agua es, sin duda, una necesidad básica y un componente esencial en la vida de las personas. El poseer un adecuado suministro ayuda a reducir muchos de los problemas que afectan a las poblaciones menos privilegiadas, especialmente aquellas que viven en áreas rurales dispersas y sectores urbanos marginales.

Un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como propósito suministrar un volumen de agua capaz de suplir la demanda de una población asegurando una presión adecuada y calidad aceptable del vital líquido durante el tiempo que se estima en su diseño. Dicho sistema está compuesto de los siguientes elementos:

- Fuente de abastecimiento
- Obra de captación
- Estación de bombeo
- Línea de conducción
- Tanque de almacenamiento
- Plantas de tratamiento de agua potable
- Redes de distribución

- Conexiones domiciliarias
- Obras complementarias

3.5.1 Fuente de Abastecimiento

La fuente de abastecimiento es el elemento vital de cualquier obra de agua potable; no debe, ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no se ha definido y garantizado fuentes capaces de abastecer a la población proyectada en cantidad y calidad. En la selección de la fuente juega un papel importante la localización, el tipo, la capacidad y la caracterización cualitativa del agua, así como también los registros hidrológicos. Cabe señalar que para garantizar un servicio continuo y eficiente es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua para el día más crítico (Consumo de Máximo Día).

Las aguas según su procedencia se clasifican de la siguiente manera:

- **Aguas meteóricas:** Lluvias, Nieve, Granizo.
- **Aguas superficiales:** Ríos, arroyos, lagunas, lagos, presas, etc.
- **Aguas subterráneas de:** Manantial, pozos someros, noria o profundos, galería filtrante horizontales o verticales.

3.5.2 Obras de Captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos colocados directamente en la fuente de abastecimiento con el propósito de reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. El diseño de dichas obras varía de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización, magnitud y particularidades que presente para

asegurar, bajo cualquier condición de flujo y durante cualquier estación, el caudal requerido. Según la forma en que se encuentre el acuífero pueden ser:

- **Fuentes superficiales con o sin regulación de caudal:** Diques tomas, bocatomas laterales, bocatomas de fondo, represas, entre otros.
- **Fuentes subterráneas:** Pozo excavado a mano, pozo perforado a máquina o galerías de infiltración en el caso de agua sub-superficiales (manantiales).

Según la calidad del agua contenida, la captación puede ser:

- **Directa:** se cumple con los parámetros bacteriológicos, físicos y químicos permitiendo adoptar tratamientos mínimos como medida preventiva.
- **Indirecta:** Cuando se requiere de filtración natural a través de estratos permeables conectados a la fuente superficial.

3.5.3 Pozos

Es una captación directa del tipo subterránea que con un diseño adecuado y una construcción supervisada, permite efectuar la extracción del agua de una formación acuífera. Las características del pozo varían en dependencia de los siguientes factores:

- Cantidad requerida del agua
- Características geológicas del terreno
- Profundidad del manto acuífero
- Equipos disponibles para su construcción
- Factores económicos

Se definen de acuerdo a lo siguiente:

- El rendimiento del pozo debe ser mayor al del consumo máximo establecido.
- El diámetro del pozo depende del equipo de bombeo a instalar, esto a partir del caudal que se desea obtener.

Los pozos pueden ser excavados a mano (PEM) o pozos perforados (PP). Los PEM suelen ser utilizados para poblaciones rurales muy dispersas y se realiza en cada propiedad. No suelen ser muy profundos y sus diámetros varían entre 1 y 2 metros. Los PP se realizan a través de perforaciones mecanizadas y con mayor profundidad que los PEM.

3.5.3.1 Longitud de Succión del Pozo

La profundidad de instalación de la bomba en el pozo debe estar definida por las condiciones hidráulicas del acuífero y la distancia donde se encuentre a partir de la superficie; el diámetro dependerá del caudal a bombearse. Los factores determinantes en el diseño son:

- Nivel de bombeo (De acuerdo a la prueba de bombeo)
- Variación estacional del nivel del agua
- Sumergencia de la bomba
- Factor de seguridad (Profundidad adicional para evitar la entrada de aire a la bomba)
- El diámetro del ademe será definido por el caudal a extraerse
- El diámetro de la tubería de succión debe ser igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión.
- La línea de succión debe ser lo más corta y recta posible; evitar codos, tees o cualquier cambio de dirección, especialmente cerca de la bomba.

3.5.4 Estación de bombeo

Se consideran como estaciones de bombeo aquellas que toman el agua de una fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de abastecimiento. Tienen como finalidad vencer las condiciones topográficas del terreno para elevar un fluido hasta su punto de distribución o almacenamiento cuando no es posible utilizar la fuerza de gravedad para este objetivo. Está compuesta por un conjunto de equipos y estructuras necesarias para el buen funcionamiento de la unidad de bombeo. Estos son:

3.5.4.1 Caseta de Control

La caseta de control es una edificación que sirve para proteger los equipos eléctricos y mecánicos, según la normativa nicaragüense debe estar diseñada de mampostería reforzada e incluir elementos de iluminación, ventilación y desagüe.

3.5.4.2 Bombas

Las bombas pueden ser diferentes tipos, esto dependerá de las condiciones que el terreno muestre. Estas son:

3.5.4.2.1 Bombas Manuales

El abastecimiento de agua potable para pequeñas comunidades, donde la fuente de abasto es el agua subterránea, captada mediante pozo excavado a mano o pozo perforado, puede ser equipada de un sistema con bombas de mano, cuyos tipos o modelos estarán acorde a la profundidad del agua subterránea, capacidad de operación y mantenimiento por parte de los comunitarios, y de la disponibilidad de las misma en el comercio local.

3.5.4.2.2 Bombas Sumergibles

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son sumergibles. Una bomba sumergible tiene un impulsor sellado a la carcasa. El conjunto se sumerge en el líquido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

3.5.4.2.3 Bombas Horizontales

Las bombas centrifugas horizontales generalmente se emplean para pozos llanos y con un nivel de agua no mayor de 5.5 metros por debajo del centro de la bomba y con un límite máximo de aspiración que se fija con presión atmosférica.

3.5.4.3 Motor

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse, se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrifugas en pozo profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso de corriente dado por los fabricantes que oscilan desde los 3 hasta 200 HP.

3.5.4.3.1 Energía

De acuerdo a la capacidad de los motores eléctricos se recomiendan los siguientes tipos de energía.

Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 de energía monofásica.

Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220

Para mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, energía trifásica

3.5.4.3.2 Velocidad de Operación

Se acostumbra usar la misma velocidad de operación de la bomba y de ser posible se solicita que no sobrepase las 1800 rpm.

3.5.5 Línea de Conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras y accesorios destinados a transportar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación al tanque de almacenamiento o la red de distribución.

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el consumo de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras necesarias para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de expulsión de aire en puntos altos y válvulas de limpieza en los puntos bajos.

3.5.5.1 Línea de Conducción por Gravedad

Transporta el caudal requerido aguas abajo, gracias a una carga potencial originada por la gravedad entre sus extremos para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo.

3.5.5.2 Línea de Conducción por Bombeo

Se hará uso de una fuente externa de energía para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

3.5.5.2.1 Fuente – Tanque – Red

Esta alternativa consta de la impulsión del agua hasta un sistema de almacenamiento para luego ser conducida a la red de distribución, esto con el objetivo de mantener el servicio en periodos de bajo suministro o en caso de imprevistos como incendios.

3.5.5.2.2 Fuente – Red – Tanque

En esta variante el agua es succionada por la bomba y descargada directamente a la red de distribución mientras el tanque forma parte de esta. Se almacena agua cuando la demanda es baja para luego el volumen del tanque compense a la bomba durante el periodo de máxima demanda.

3.5.5.3 Golpe de Ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado cuando el movimiento del líquido es interrumpido bruscamente.

En el caso de la línea de conducción, la sección más importante donde puede darse el golpe de ariete es en la línea de descarga, compuesta por bombas accionadas por motores eléctricos, este puede ocurrir después de una interrupción del fluido eléctrico.

Se origina debido al detenimiento del rotor de los conjuntos elevadores. Al interrumpirse el servicio, la velocidad de la bomba comienza a disminuir, reduciendo se rápidamente el caudal impulsado; la columna de bombeo continúa subiendo por la tubería de descarga hasta el momento en que es vencida por la gravedad, ocasionándose una descompresión en el interior de la tubería; invirtiéndose el sentido del flujo y la columna se mueve en dirección a la bomba.

En caso de no existir una válvula de retención, las bombas comenzarían a funcionar como turbinas, en sentido inverso.

Se necesario entonces, la instalación de válvulas de retención con la finalidad de impedir el retorno de la columna de agua hacia la bomba. Al ser colocada esta válvula, la columna al intentar regresar encuentra el conducto cerrado, estrellándose contra la válvula, este choque comprime el fluido, originando una onda de sobrepresión (Golpe de Ariete). Para evitar el fenómeno se deben tomar las siguientes medidas:

- Control en la velocidad de la tubería
- Cierre lento y paulatino de válvulas
- Instalación de dispositivos mecánicos específicos (Válvulas de Alivio)
- Utilización de tuberías capaces de soportar sobrepresiones de este tipo
- Instalación de cámaras de aire comprimidas que proporcionen el amortiguamiento de los golpes

3.5.6 Almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

Un tanque de almacenamiento cumple 3 propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución, atender situaciones de emergencia tales como incendio, interrupciones en el servicio por daños en tuberías de conducción o en estación de bombeo.

- Equilibrar el suministro de aportación constante dado por la bomba con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se consigue almacenando agua durante la noche, cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

Existen dos tipos de tanques de aguas tratadas: tanques apoyados en el suelo y tanques elevados. Para la ubicación del tanque se debe de buscar un sitio adecuado topográficamente, lo más cercano posible a la red de distribución.

3.5.7 Red de Distribución

La red de distribución es el sistema de conductos que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos. El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos. A la red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras necesarias para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento. La red está formada por tuberías principales (troncales) y tuberías secundarias (ramales). Su dimensionamiento estará en función del consumo máximo horario.

3.5.7.1 Redes Abiertas

Son redes de distribución constituidas por un troncal y una serie de ramificaciones que pueden constituir pequeñas mallas o ramales ciegos, este tipo de red es usado cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

Los caudales medios de consumo en cada tramo pueden determinarse conociendo la zonificación y asignando la dotación correspondiente de acuerdo a las normas de diseño (Normas Técnicas de Diseño para Sistemas de Agua

Potable en el Medio Rural NTON 09001 - 99). En el caso de localidades donde no se disponga del plano regulador de la ciudad, los caudales de consumo por tramo pueden asignarse en base a un caudal unitario para zonas de densidad homogénea.

3.5.7.2 Redes Cerradas

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y se tratará siempre de lograr mediante la interconexión de las tuberías, a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

3.5.7.3 Conexiones Domiciliares

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones, capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio. Para el proyecto, la conexión domiciliaria comprende desde el empalme de la tubería matriz o red de distribución hasta el punto de entrega al usuario (medidor domiciliar instalado fuera o dentro de la línea de la propiedad del beneficiario).

3.5.7.4 Obras Complementarias

Las obras complementarias de un sistema de agua potable se concretizan en conectores instalados en la línea de conducción y red de distribución, con el objetivo de una mayor eficiente operativa del acueducto, que comprende: válvulas reguladoras de presión, válvulas de aire, válvulas de limpieza, válvulas de pase, etc.

3.6 Hidráulica del Acueducto

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción permite dimensionar los conductos que integran cada elemento. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarían problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades, las cuales podrían causar erosión a las tuberías por las turbulencias que se generan en su interior.

3.7 Modelación en EPANET

EPANET es un software capaz de realizar simulaciones de comportamiento hidráulico en periodos prolongados en redes de suministro a presión. La red está constituida por tuberías, nodos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento o reservorios. Se construye un modelo a partir del dimensionamiento propuesto y se realiza una simulación editando los elementos hasta encontrar el que cumpla con todos los parámetros necesarios de la manera más óptima.

3.8 Desinfección

Es la última etapa en la potabilización del agua, la cual consiste en eliminar o inactivar los organismos patógenos (virus y bacterias) hasta una concentración inocua.

3.9 Presupuesto

En esta unidad se detallan los costos directos para la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable.

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLOGICO

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Recopilación de Información

En esta etapa se recopiló toda la información del área en estudio, referente al estudio demográfico, tipos de suelos, topografía, nivel socio económico, salud, educación de la población, incluyendo también toda la información técnica disponible de la red de abastecimiento existente, y el análisis de las proyecciones futuras de estos aspectos. Para este fin se visitó a las instituciones correspondientes como son la Alcaldía Municipal de Diriomo, ENACAL, MINSA, FISE, INIDE, UNI.

4.2 Reconocimiento de la Zona en Estudio

Se visitaron todos los sectores de interés en las tres comunidades y se verificaron todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, para valorar eficazmente los alcances del proyecto.

4.3 Estudio Demográfico

Se actualizaron los datos de población y vivienda mediante una encuesta poblacional, utilizando también como base los datos obtenidos en el último censo poblacional realizado por el INIDE en el año 2005; basado en los resultados se proyectó la población y se determinó la dirección del crecimiento poblacional para disponer la ubicación más eficiente de la línea de conducción. La encuesta también abordó el aspecto socioeconómico, lo cual brindó datos para conocer, cuánto estarían dispuestos a pagar los posibles consumidores por el servicio, y el aspecto salud e higiene, con el cual se determinó exactamente las enfermedades de origen hídrico transmitidas.

4.4 Estudio de la Calidad del Agua

Se extrajo agua de la nueva fuente de abastecimiento propuesta (Pozo Regla N° 1) y se realizó la recolección de muestras que fueron óptimas y en cantidad suficiente, para la evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua), con la cual se determinó el grado y tipo de tratamiento a efectuar a efectos de asegurar la potabilidad del agua a ser suministrada a los usuarios del sistema, basándose en el análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, realizados en un laboratorio certificado.

4.5 Levantamiento Topográfico

Se verificó el levantamiento topográfico existente, se valoraron los diferentes accidentes topográficos así como las nuevas viviendas que figuran en el área en estudio, y aplicándose con dicho levantamiento las consideraciones técnicas necesarias para analizar y diseñar correctamente.

4.6 Evaluación del Sistema de Abastecimiento Existente

En base a la información obtenida del proyecto existente y planos topográficos se evaluó el sistema de abastecimiento actual, adoptando criterios de Diseño acorde con el cumplimiento de las Normas establecidas por el INAA. Dichos criterios fueron empleados en la concepción de los diferentes elementos que componen el sistema de abastecimiento y haciendo uso del programa EPANET 2.0 para el análisis hidráulico del sistema.

4.6.1 Periodo de Diseño³

El periodo de diseño se definirá en base a los términos de referencia con un horizonte de vida de 20 años, comprendiendo el periodo 2012-2032.

³ “Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural” cap. 4-1

4.6.2 Población de Diseño⁴

Para el cálculo de la proyección de población futura, se hará uso del método de proyección geométrico, por ser éste el método recomendado en las Normas Técnicas de INAA (NTON 09001-99).

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dónde: P_n = Población al cabo de "n" años
 P_o = Población al inicio del periodo de diseño
 n = Número de años que comprende el periodo de diseño
 r = Tasa de crecimiento anual expresada en dotación decimal

El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) en sus Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimientos y Potabilización del Agua, indica que la tasa de crecimiento no debe ser mayor del 4%, ni menor del 2.5%.

4.6.3 Dotación de Agua⁵

Fue empleado un valor de consumo unitario de 60 lppd, según las Normas Técnicas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural (NTON 09001-99) de INAA. Este valor de dotación fue afectado en un 20% en concepto de pérdidas, según lo establecido por dichas Normas.

4.6.4 Capacidad de la Fuente de Abastecimiento

La fuente de abastecimiento a utilizar son las aguas subterráneas existentes en la zona, explotadas mediante un pozo, con capacidad suficiente para garantizar el consumo de máximo día para fines del período de diseño.

⁴ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 2-1

⁵ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 3.1

4.6.5 Variaciones de Consumo

- ♦ La línea de conducción fuente - tanque será diseñada considerando un factor de 1.5 veces el Consumo Promedio Diario.
- ♦ La línea de conducción tanque - red será diseñada para el Consumo de Máxima Hora siendo el factor utilizado de 2.5.

4.6.6 Volumen de Almacenamiento⁶

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen Compensador:

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

4.6.7 Línea de Conducción⁷

- ♦ La red de distribución será analizada mediante la expresión de Hazen William para estimar las pérdidas en el sistema.

⁶ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 8-1

⁷ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 7-1

$$h = \frac{10.674 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$

Dónde: h = Perdidas por fricción

Q= caudal ($\frac{m^3}{s}$)

C= coeficiente de rugosidad (adimensional)

D= Diámetro interno de la tubería

L= Longitud de las tuberías

- ♦ El período de bombeo considerado es de 16 horas.
- ♦ La velocidad del flujo no deberá exceder de 1.5 m/s.
- ♦ Se hará uso de la expresión de diámetro económico, presentada en las Normas Técnicas de INAA.
- ♦ La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

4.6.7.1 Dimensionamiento Hidráulico

- ♦ La expresión a utilizar para calcular diámetro económico es:

$$D = 0.90 (Q)^{0.45}$$

Dónde: D = Diámetro de la tubería (m)

Q = Caudal de diseño en ($\frac{m^3}{s}$)

- ♦ El coeficiente de flujo empleado en la fórmula de Hazen William es 150, valor que corresponde a tubería plástica PVC.

4.6.7.2 Cálculo de la Sobrepresión y Clase de Tubería

La sobrepresión en la tubería lo muestra la fórmula aproximada:

$$P = 146 * V / (1 + Kf) ^ 0.50$$

Dónde: P = Exceso de presión (m).

V = Velocidad del agua (mps).

K = Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el material que está construida la tubería; para tubería de plástico K = 0.70

f = Relación entre el diámetro de la tubería y el espesor de la misma.

4.6.7.3 Presiones Máximas y Mínimas⁸

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

4.6.7.4 Velocidades Permisibles en Tuberías⁹

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

⁸ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 4-3

⁹ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 4-5

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

4.6.7.5 Diámetro Mínimo¹⁰

Para aquellos tramos cuyas velocidades resulten menores a la mínima permisible recomendada en las Normas de Diseño, prevalecerá el criterio del diámetro mínimo, estableciéndose el empleo de tuberías de 1 ½" en ramales terminales para tramos menores a 100 m.

4.6.7.6 Cobertura de Tuberías¹¹

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

4.6.7.7 Pérdidas en el Sistema¹²

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

4.6.8 Red de Distribución¹³

- ♦ La alternativa para la red de distribución se analizara bajo la condición de consumo de máxima hora al final del periodo de diseño, el cual resulta al

¹⁰ "Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua" cap.7.4.6

¹¹ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 4-6

¹² "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 4-7

¹³ "Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua" cap.7-3

aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ($CHM = 2.5CPD$, más las pérdidas), y cuya alimentación será del tanque de almacenamiento.

- ♦ El análisis hidráulico se efectuara en base a la expresión de Hazen - William.
- ♦ El coeficiente de flujo es de 150 para tubería PVC.
- ♦ Los diámetros seleccionados, tendrán capacidad hidráulica para conducir la demanda de máxima hora doméstica.

4.6.9 Estación de Bombeo

El equipo de bombeo a instalar consiste en una bomba de eje vertical sumergible, con las siguientes características:

- ♦ El equipo a utilizar consiste en una bomba centrífuga de eje vertical con motor sumergible.
- ♦ El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- ♦ El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo promedio diario (CPD).
- ♦ Se utiliza la expresión de Hazen William para estimar las pérdidas por fricción en la tubería de descarga.
- ♦ Los coeficientes de fricción utilizados corresponden a 100 y 150, para tubería de Hierro Galvanizado y PVC respectivamente.
- ♦ Las pérdidas por fricción en la succión representan el 5 % de la longitud de succión.

- ♦ La carga estática, corresponde a la diferencia de elevación entre el nivel de rebose del tanque de almacenamiento y el nivel mínimo esperado en el pozo.
- ♦ Se consideran variaciones estacionales de 14.00 m.
- ♦ Se considerara una eficiencia teórica de la bomba del 70%, según Manual de Hidráulica de Acevedo Netto.

4.6.9.1 Estación de Cloración

- ♦ Se efectuará en la descarga del pozo proyectado, mediante la aplicación de solución de cloro.
- ♦ El caudal de diseño corresponde a la demanda de máximo día extraída por el pozo.
- ♦ Se recomienda el método de dosificación de cloro sobre el punto de quiebre, recomendado por análisis de laboratorio de agua.
- ♦ En base a los resultados obtenidos de los análisis de la calidad de agua, se propondrá el tipo de desinfección adecuado.

4.6.9.2 Dimensionamiento

Cantidad de cloro (lb/día): $Q * 0.012 * D$

Dónde: Q = Caudal de diseño (gpm)

D = Dosis promedio del desinfectante = 2 mg/l

4.6.10 Nivel de Servicio

El servicio de agua será brindado a la población a través de conexiones domiciliarias, cada una de estas conexiones contará con su respectivo medidor de consumo.

4.6.11 Conexiones Domiciliares

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm)

4.6.12 Accesorios Complementarios¹⁴

4.6.12.1 Tubería de Llegada

La tubería de llegada al tanque será de PVC SDR-26., que previo a su entrada será convertida mediante un adaptador a tubería de H.G. de igual diámetro, contando además con válvulas de control de flujo.

4.6.12.2 Tubería de Salida

La tubería de salida del tanque es de H.G. provista de una válvula de compuerta del mismo diámetro.

¹⁴ ”Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua" cap.7.10

4.6.12.3 Tubería de Limpieza

La tubería de limpieza será de H.G. y está ubicada en el fondo de la unidad de almacenamiento. Utiliza para operar una válvula de globo del mismo diámetro.

4.6.12.4 Tubería de Ventilación

Consiste en tubería de material H.G., formando con codos del mismo material, una “U” invertida. La entrada será protegida con cedazo fino. Este tubo de ventilación será colocado al centro de la tapa superior del tanque.

4.6.12.5 Tubería de Rebose

Consiste en tubería de H.G., unida a la tubería de limpieza a través de un codo de 90 grados y una tee del mismo diámetro y material.

4.7 Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Habiendo sido evaluado el sistema de abastecimiento existente, se procedió a proponer alternativas viables de solución al problema, reutilizando los componentes que están en condiciones óptimas de operación para reducir costos y garantizar un funcionamiento eficiente del sistema, seleccionando así la alternativa más eficiente y económica de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, que cumple las normas vigentes de INAA.

4.8 Análisis Hidráulico

La red de distribución de agua potable será del tipo ramal y estará compuesta por tuberías de PVC de 3", 2" y 1 ½" de diámetro, será analizará utilizando el método de Hardy Cross por medio del programa para análisis hidráulico **EPANET 2.0**, para garantizar el buen funcionamiento de la red de distribución y sus accesorios.

CAPITULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACION

DE RESULTADOS

5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Descripción del Sistema Projectado de Abastecimiento de Agua

El sistema de agua propuesto para las comunidades La Concepción, El Guapinol y Veracruz; es un acueducto del tipo Fuente – Tanque – Red

A continuación se brindan los diversos aspectos considerados en la rehabilitación de los elementos que integrarán el sistema de abastecimiento de agua potable mejorado.

5.2 Fuente de Abastecimiento y Obras de Captación

La fuente de abastecimiento del sistema rehabilitado, serán las aguas subterráneas de la zona, explotadas mediante un pozo perforado de 650 pies de profundidad y con capacidad suficiente para garantizar el consumo de máximo día para fines del periodo de diseño. Esta se encuentra ubicada en un predio de posesión comunal y donde en el pasado se ubicaba un puesto público de agua.

Las características de esta obra son:

- ♦ Caudal de diseño : 150 gpm
- ♦ Diámetro de revestimiento : 10"
- ♦ Diámetro del agujero : 14"
- ♦ Profundidad total : 650 pies (198.20 m)

El sitio de ubicación de esta obra dista unos 1,925.01 metros de donde se proyecta ubicar el tanque de almacenamiento a ser localizado en el sitio conocido como "Loma del Pueblo".

5.3 Estación de Bombeo

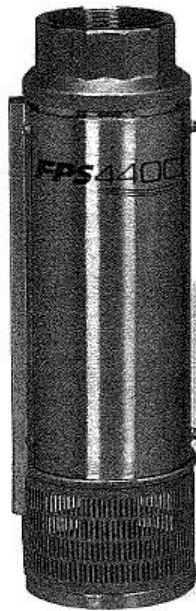
- ♦ La estación de bombeo está compuesta de las siguientes obras:
- ♦ Caseta de control eléctrico y cloración de 7.5 m² de área.
- ♦ Energización primaria de 50 metros con cable ACSR # 1/0.
- ♦ Sistema de iluminación y toma corriente de caseta de control eléctrico y cloración.
- ♦ Servicio primario trifásico de 1,500 m. de línea, en donde se instalarán tres (3) transformadores de 15 KVA cada uno, con las siguientes características: 13.2/76kv en el primario; 120/240 volt. AC, en el secundario, donde se va a conectar la acometida eléctrica general subterránea compuesta por tres (3) conductores # 1/0 AWG THHN + 1 # 2 AWG THHN, canalizados en tubería CONDUIT PVC de 3" Cédula H.
- ♦ Esta sección incluye el suministro de materiales y la instalación de 1,500 metros de línea primaria trifásica 13.2/7.6 KV., en donde se conectará un banco de transformador G-310 3x15 KVA., que alimentará un panel eléctrico de 18 espacios CH 125 Amp. Trifásico con un interruptor principal integrado de 125 Amp. 3 polos, a través de una acometida general soterrada compuesta por tres (3) conductores # 1/0 AWG THHN + 1 # 4 AWG THHN, canalizados en tubería CONDUIT PVC de 3" Cédula H., para energizar una bomba sumergible de 20 HP.
- ♦ Luminarias del tipo fluorescente con las características especificadas en el plano y luminaria para uso exterior tipo Hongo abierta modelo Sylvania de alta presión de sodio HPS de 250 watt 240 volt.

- ♦ Tubería y accesorios para conexión de bomba (sarta) de 3" de diámetro. La conexión incluye, tubería de descarga del pozo con sus accesorios; medidor de caudal de eje horizontal; válvula de retención; conjunto de válvula de aislamiento y manómetro; válvulas de compuerta, todos apoyados sobre sus respectivos bloques de concreto.
- ♦ Cercado de los predios del pozo y tanque de almacenamiento. El cerco será de alambre de púas con postes de concreto pretensado y la puerta de acceso será un portón de tubos de 1 ½ "con forro de malla ciclón.
- ♦ El equipo de bombeo a instalar para cubrir las demandas presentes en todo el periodo de diseño consiste en una bomba de eje vertical sumergible del Tipo GRUNDFOS serie 85-S200-17, con capacidad de 70 gpm, 760 pies de CTD y 20.00 HP de potencia, cable sumergible, columna de 4", válvula cheque vertical y controles eléctricos con sus protecciones y otros componentes para la operación del equipo de bombeo.
- ♦ A continuación se presentan los datos de catálogo y curvas características de los equipos propuestos de GRUNDFOS.

Immersible Pumps

6" High Capacity Pumps

Features



FPS 4400

6" High Capacity Pumps

Ideal for farm, home, irrigation, industry, municipal and commercial applications, equipped with the power, performance and reliability you expect from Franklin Electric.

Flow ratings of 50, 75, 100 and 125 gpm with TDH up to 1200 ft.

Horsepower ranges from 1-1/2 to 40 hp.

Features:

- Heavy-duty stainless steel discharge head and motor bracket.
- Stainless steel shaft, shell, intake screen and cable guard provides corrosion resistance and longer pump life.
- Glass-filled Noryl® impeller stage assemblies provide exceptional strength and durability.
- Ceramic shaft sleeve and rubber discharge bearing minimizes bearing wear and shaft misalignment.
- 3" NPT heavy-duty stainless steel discharge head.
- Modular motor bracket enabling 4" or 6" motor mount for 5-10 hp units.
- One year unconditional warranty against failure from sand locking in abrasive well conditions.

Noryl® is a registered trademark of G.E.

Submersible Pumps

6" High Capacity Pumps

Ordering Information (See pgs. 2-3 for model number explanation)

Stainless Steel Ordering Information

6" Pump Ends							
GPM	HP	Stages	Motor Fit	Ordering Info.		Dimensions Pump End Only	Wt.
				Model No.	Order No.		
50	1.5	3	4"	50FA15S6-PE	94825003	13.51	30
	2	4	4"	50FA2S6-PE	94825004	15.13	31
	3	5	4"	50FA3S6-PE	94825005	16.76	32
	5	8	4" & 6"	50FA5S6-PE	94825008	21.63	36
	7.5	11	4" & 6"	50FA7S6-PE	94825011	26.51	40
	10	15	4" & 6"	50FA10S6-PE	94825015	32.94	46
75	3	3	4"	75FA3S6-PE	94827503	13.51	30
	5	5	4" & 6"	75FA5S6-PE	94827505	16.76	32
	7.5	7	4" & 6"	75FA7S6-PE	94827507	20.01	35
	10	9	4" & 6"	75FA10S6-PE	94827509	23.26	38
	15	13	6"	75FA15S6-PE	94827513	29.76	43
	20	17	6"	75FA20S6-PE	94827517	36.19	48
100	25	23	6"	75FA25S6-PE	94827523	46.00	54
	5	3	4" & 6"	100FA5S6-PE	94820003	14.62	30
	7.5	5	4" & 6"	100FA7S6-PE	94820005	18.51	32
	10	6	4" & 6"	100FA10S6-PE	94820006	20.49	34
	15	9	6"	100FA15S6-PE	94820009	26.31	38
	20	13	6"	100FA20S6-PE	94820013	34.07	43
125	25	16	6"	100FA25S6-PE	94820016	39.94	47
	5	2	4" & 6"	125FA5S6-PE	94822502	12.94	29
	7.5	3	4" & 6"	125FA7S6-PE	94822503	15.05	30
	10	4	4" & 6"	125FA10S6-PE	94822504	17.13	31
	15	7	6"	125FA15S6-PE	94822507	23.37	35
	20	9	6"	125FA20S6-PE	94822509	27.54	38
	25	11	6"	125FA25S6-PE	94822511	31.70	40
	30	13	6"	125FA30S6-PE	94822513	35.87	43
125	40	18	6"	125FA40S6-PE	94822518	46.27	48

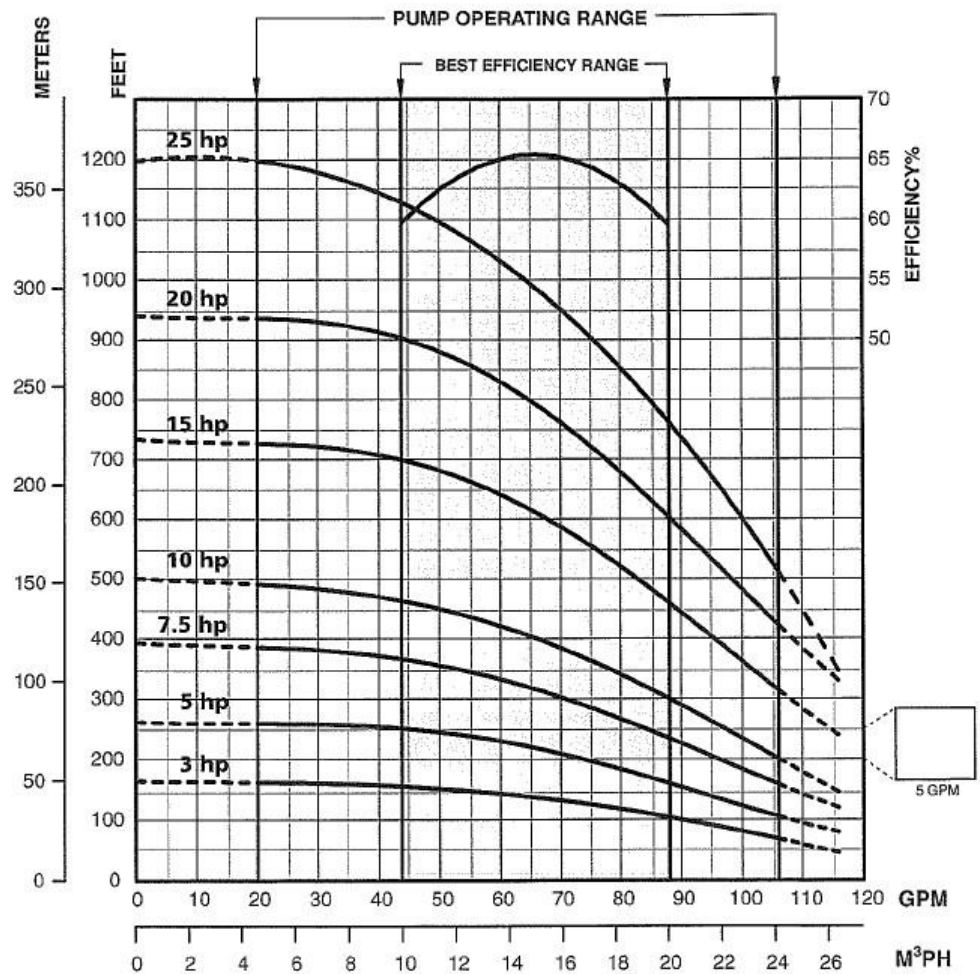
Notes: All dimensions are in inches. Discharge is 3" NPT.

Maximum diameter across cable guard is 5.5" on all models. Weight in pounds.

Submersible Pumps

6" High Capacity Pumps

75 GPM Performance Curves



5.4 Estación de Cloración

- ♦ Se efectuará en la descarga del pozo proyectado, mediante la aplicación de solución de cloro. El equipo de cloración consiste en una unidad completa de dosificación de hipoclorito de sodio, similar al Modelo P161-351 SL de MILTON ROY, con capacidad de 30 gpd y 150 psi.
- ♦ Un tanque plástico de 55 galones de capacidad, interior color blanco, con tapa y con marcas de nivel cada 5 galones.
- ♦ Manguera flexible en longitud suficiente para la aspiración y descarga de la solución de cloro.
- ♦ 1 bomba reforzadora “booster” similar a la GRUNDFOS CR 2-40 de 4 gpm y 195 psi

5.5 Línea de Conducción

Se ha proyectado una línea de conducción por bombeo que conducirá la demanda de máximo día desde el pozo hasta el tanque de almacenamiento; comprende una longitud total de 1,925.01 metros de 4” de diámetro y material PVC. De los éstos 1,554.39 corresponden a tubería SDR-17; y los restantes 370.62 m está constituida por tubería SDR-26.

5.6 Obra de Almacenamiento

En el sitio topográfico identificado como PI – 143 + 13.54 m., se ha ubicado lo que será la estructura de almacenamiento del proyecto de agua potable para las comunidades de La Concepción, Guapinol y Veracruz.

Este consiste en un reservorio de 113.60 m³ de capacidad. Esta capacidad de almacenamiento representa el 32.2% del Consumo Promedio Diario estimada para la demanda de fin de período de diseño. Su construcción se hizo con piedra cantera, tapa de concreto reforzado y ubicado directamente sobre suelo, con una elevación de 185 msnm (Cota de Fondo). Esta unidad recepcionará las aguas provenientes del pozo regla N° 1.

5.6.1 Características Relevantes

Las principales características del tanque proyectado son:

- ♦ Capacidad : 112.65 m³
- ♦ Tipo : Sobre suelo
- ♦ Material : Paredes de Piedra Cantera y Losas de Concreto Reforzado.
- ♦ Forma : Cuadrada.

Según las Normas Rurales de Abastecimiento de Agua potable recomienda que los tanques de este tipo tengan una altura máxima de 3.0 m. con un borde libre de 0.50 m. y deberán estar cubiertos con una losa de concreto.

5.7 Red de Distribución

El sistema de distribución propuesto es del tipo ramal y contará con una longitud aproximada de 7,533.25 m.; de los cuales 864.20 m corresponden a tubería existente de 2" (332.24 m) y 1 ½" (531.96 m).

Esta red de distribución se extenderá hacia las tres localidades beneficiadas con el proyecto con el propósito de brindar una cobertura de servicio al 100 % de la población. Estará conformada por tubería con diámetro de 4" que saldrá del

nuevo tanque de almacenamiento, y que posteriormente será reducida a 3", 2" y 1 ½".

Toda la tubería propuesta será de PVC SDR-26 y tendrá capacidad para satisfacer la demanda máxima horaria.

5.8 Nivel de Servicio

El servicio de agua será brindado a la población a través de 406 conexiones domiciliarias, cada una de estas conexiones contará con su respectivo medidor de consumo.

5.9 Costo Estimado del Proyecto

5.9.1 Costo de Inversión

En la siguiente tabla se presentan los costos estimados para el proyecto, estos ascienden a C\$ 3, 009,898.05 (TRES MILLONES NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO CON 05/100 CORDOBAS), equivalentes a US \$ 102,902.50 dólares americanos, teniendo una inversión por vivienda de \$ 253.45 US/vivienda y costo per cápita de \$ 46.31 US/habitante.

Construcción de Pozo de Agua Potable, Red de Distribución y Tanque de Almacenamiento. Proyecto IS: 15462

No	Descripcion	U.M.	Cantidad	Costos (C\$)	
				Unitario	Total
310	PRELIMINARES				58,650.32
1	LIMPIEZA INICIAL				
	LIMPIEZA INICIAL	M2	5,719.32	3.90	22,305.35
2	TRAZO Y NIVELACION				
	TRAZO Y NIVELACION	M	4,866.32	4.90	23,844.97
3	ROTULOS				
	ROTULO FISE DE 1.22 x 2.44 m. (ESTR. METAL Y ZINC LISO)	C.U	1.00	12,500.00	12,500.00
320	LINEA DE CONDUCCION				461,969.62
1	EXCAVACION PARA TUBERIA				
	EXCAVACION EN SUELO NATURAL (CUALQUIER TIPO)	M3	254.10	35.00	8,893.50
2	RELLENO Y COMPACTACION				
	RELLENO Y COMPACTACION (CON EQUIPO)	M3	238.98	35.00	8,364.30
3	PRUEBA HIDROSTATICA				
	PRUEBA HIDROSTATICA HASTA 4" Y HASTA 300 M. LONG.	C.U	7.00	9,913.80	69,396.60
4	TUBERIA DE 4 DE DIAMETRO				
	TUBERIA DE 4 DE DIAMETRO SDR 26 (SIN EXCAVACION)	M	370.62	141.28	52,361.19
	TUBERIA DE 4 DE DIAMETRO SDR 17 (SIN EXCAVACION)	M	1,554.39	204.95	318,572.23
5	VALVULAS Y ACCESORIOS				
	VALVULA DE AIRE Y VACION DE 3/4 DE H.F	C.U	2.00	2,190.90	4,381.80
330	LINEA DE DISTRIBUCION				887,199.13
1	EXCAVACION PARA TUBERIA				
	EXCAVACION EN SUELO NATURAL (CUALQUIER TIPO)	M3	3,758.27	35.00	131,539.45
2	RELLENO Y COMPACTACION				
	RELLENO Y COMPACTACION (C/EQUIPO)	M3	3,738.09	35.00	130,833.15
3	PRUEBA HIDROSTATICA				
	PRUEBA HIDROSTATICA HASTA 4 Y HASTA 300 M. LONG.	C.U	17.00	9,913.80	168,534.60
4	TUBERIA DE 1 1/2 DE DIAMETRO				
	TUBERIA DE 1 1/2 DE DIAMETRO	M	395.02	32.15	12,699.89
5	TUBERIA DE 2 DE DIAMETRO				
	TUBERIA DE 2 DE DIAMETRO	M	1,058.85	44.01	46,599.99
6	TUBERIA DE 3 DE DIAMETRO				
	TUBERIA DE 3 DE DIAMETRO	M	2,770.35	85.16	235,923.01
7	TUBERIA DE 4 DE DIAMETRO				
	TUBERIA DE 4 DE DIAMETRO	M	642.00	139.64	89,648.88
8	VALVULAS Y ACCESORIOS				
	VALVULA PARA LIMPIEZA DE 1 1/2	C.U	4.00	1,450.20	5,800.80
	VALVULA DE COMPUERTA 1 1/2" BR	C.U	5.00	1,985.28	9,926.40
	VALVULA DE COMPUERTA 2" H.F.	C.U	3.00	4,186.08	12,558.24
	VALVULA DE COMPUERTA DE 3" H.F.	C.U	6.00	4,845.12	29,070.72
	VALVULA DE COMPUERTA DE 4" H.F.	C.U	2.00	5,653.92	11,307.84
	VALVULA DE RETENSION DE 2" H.F.	C.U	1.00	2,756.16	2,756.16

No	Descripcion	U.M.	Cantidad	Costos (C\$)	
				Unitario	Total
335	TAQUE DE ALMACENAMIENTO				416,751.02
1	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACEN.				38,723.79
	EXCAVACION EN SUELO NATURAL (CUALQUIER TIPO)	M3	270.68	35.00	9,473.80
	BOTAR MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 1KM	M3	247.52	80.00	19,801.60
	RELLENO Y COMPACTACION NORMAL	M3	7.68	144.00	1,105.92
	RELLENO ESPECIAL (MEZCLA ARENA LIMOSA CON POMEZ)	M3	72.60	114.91	8,342.47
2	TANQUE DE MAMPOSTERIA CAPACIDAD: 30,000 GLNS				336,972.96
	PAREDES DE PIEDRA CANTERA	M3	89.26	1,116.22	99,633.80
	CONCRETO 3,000 PSI EN LOSAS	M3	34.46	1,919.51	66,146.31
	CONCRETO 3,000 PSI EN VIGAS	M3	4.66	1,927.91	8,984.06
	CONCRETO 3,000 PSI EN COLUMNAS Y ZAPATAS	M3	0.56	1,927.91	1,079.63
	HIERRO 40 KSI #5 EN COLUMNAS Y ZAPATAS	LBS	82.13	9.70	796.66
	HIERRO 40 KSI #4 EN COLUMNAS Y ZAPATAS	LBS	98.71	10.38	1,024.61
	HIERRO 40 KSI #3 EN COLUMNAS Y ZAPATAS	LBS	14.56	9.54	138.90
	HIERRO 40 KSI #5 EN VIGAS	LBS	235.43	11.14	2,622.69
	HIERRO 40 KSI #4 EN VIGAS	LBS	452.35	9.54	4,315.42
	HIERRO 40 KSI #3 EN VIGAS	LBS	146.33	9.54	1,395.99
	HIERRO 40 KSI #2 EN VIGAS	LBS	46.18	9.54	440.56
	HIERRO 40 KSI #5 EN LOSAS	LBS	2,957.50	11.14	32,946.55
	HIERRO 40 KSI #4 EN LOSAS	LBS	1,078.42	9.54	10,288.13
	FORMALETA PARA LOSAS	M2	68.80	190.63	13,115.34
	FORMALETA PARA COLUMNAS	M2	3.05	45.46	138.65
	FORMALETA PARA VIGAS	M2	27.92	190.63	5,322.39
	REPELLO EXTERIOR E INTERIOR	M2	193.76	84.3	16,333.97
	FINO EN PAREDES INTERIORES	M2	76.16	48	3,655.68
	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE EN PAREDES (SIKA)	M2	76.16	78.42	5,972.47
	VALVULA DE COMPUERTA 4" H.F.	C.U	3.00	4104	12,312.00
	VALVULA DE CONTROL DE NIVELES 4" H.F.	C.U	1.00	38,037.12	38,037.12
	RESPIRADERO DE 3" H.G.	C.U	1.00	575.97	575.97
	REBOSE DE 4" H.G.	C.U	1.00	1,278.07	1,278.07
	TUBERIA DE LIMPIEZA DE 4" H.G.	C.U	1.00	4,573.20	4,573.20
	ANDEN DE CONCRETO 2500 PSI ESP. 0.05 M CIZA @1.0M	M2	46.08	126.84	5,844.79
3	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				41,054.28
	CERCA PERI. DE ALAMBRE DE PUAS 12 HILOS CAL 13 Y				
	POSTES DE CONCRETO DE 3.05M., EMBASADOS EN CONCRETO	M	76.40	385.2	29,429.28
	DE 2500 PSI @ 2.50 M.				
	PORTON DOBLE HOJA DE TUBO DE 1 1/2" H.G.(3.0 x 1.85 M)	C.U	1.00	11,625.00	11,625.00
	FORRADO CON MALLA CICLON Y PINTURA ANTICORROSIVA				
	Y COLUMNAS DE CONCRETO DE 0.30 M.				
340	FUENTE Y OBRAS DE TOMA				807,771.64
1	ESTACION DE BOMBEO				271,651.08
	SUMINISTRO E INSTALACION CONJUNTO MOTOR 20 HP				
	230/3/60 Y EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE Q = 63 GPM	C.U	1.00	126318.76	126,318.76
	CTD=760 C/PANEL ARRANCADOR 20HP PARA MOTOR CON				
	PROTECCION DE ALTO Y BAJO VOLTAJE, PARA-RRAYO,				
	PROTECCION CONTRA BOMBEO EN SECO, LUCES DE SEÑALI-				
	ZACION RELE TERMICO, CONTACTOR MAGNETICO, CONTROL				
	DE NIVEL Y SELECTOR DE 3 POSICIONES, VOLTIMETRO Y				
	AMPERIMETRO, INTERRUPTOR DE ENCENDIDO Y APAGADO.				

No	Descripcion	U.M.	Cantidad	Costos (C\$)	
				Unitario	Total
2	PLATO DE SOPORTE DE 12" x 3" X 3/4" H.F.	C.U	1.00	1,390.35	1,390.35
	CABLE SUMERGIBLE #2 PARA ALIMENTACION DE MOTOR	PIE	522.00	32.09	16,750.98
	CABLE SUMERGIBLE PARA ELECTRODOS	PIE	522.00	4.49	2,343.78
	COLUMNA HG 3" CED 40	PIE	460.00	106.79	49,123.40
	VALVULA VERTICAL DE RETENCION 3" H.F.	C.U	3.00	6,096.15	18,288.45
	SARTA DE DESCARGA	GLB	1.00	57,435.36	57,435.36
	CASETA DE CLORACION				32,959.41
	ANDEN DE CONCRETO DE 2500 PSI ESPE. 0.5M CISA @ 1.00 M	M2	3.95	119.65	472.62
	PISO DE CONCRETO SIMPLE 2500 PSI, ACABADO ESPEJO	M2	8.40	153.25	1,287.30
	CONSTRUIR PAREDES DE BLOQUE 6"	M2	24.12	174.05	4,198.09
	INSTALAR TECHO DE ZINC CORRUGADO CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA DE MADERA.	M2	17.97	84.00	1,509.48
	PINTAR PAREDES EN CASETA CON PINTURA DE ACEITE (2 MANOS)	M2	58.03	21.73	1,260.99
	FASCIA DE MADERA 3/4" x 0.25 M. C/PINTURA	M	16.90	153.38	2,592.12
	REPELLO Y FINO DE PAREDES	M2	58.03	114.85	6,664.75
	VENTANA DE ALUMINIO Y VIDRIO	M2	1.85	762.00	1,409.70
	VERJA DE VARILLA #4 LISA EN ROMBOS DE 0.10 M C/MARCO L 1" x 1/8" CON PINTURA.	M2	1.85	564.00	1,043.40
	PUERTA DE MADERA SOLIDA CON MARCO Y HERRAJES (C/PINT.)	C.U	1.00	1,860.00	1,860.00
	CONCRETO EN COLUMNAS	M3	0.60	1,813.01	1,087.81
	CONCRETO EN VIGAS	M3	1.66	1,824.56	3,028.77
	HIERRO MENOR AL #4 EN VIGAS Y COLUMNAS	LBS	447.06	13.96	6,240.96
	EXCAVACION ESTRUCTURAL	M3	1.42	60.00	85.20
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M3	0.35	60.00	21.00
	CORTE Y CONFORMACION DE TERRENO	M3	8.40	23.48	197.23
3	INSTALACIONES ELECTRICAS				452,151.94
	SUMINIS. E INSTAL. DE CONDUCTOR DESNUDOS #1/0 ACSR	M	4,500.00	13.95	62,775.00
	SUMINIS. E INSTAL. DE CONDUCTOR DESNUDOS #2 ACSR	M	1,500.00	9.30	13,950.00
	SUMINIS. E INSTAL. DE BANCO DE TRANSFORMADORES 3 x 15 KVA 13.2/7.6 KV PRIMARIO, 120/240 V.	C.U	1.00	44,082.00	44,082.00
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA C7-1	C.U	1.00	5,952.00	5,952.00
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA C-7	C.U	1.00	3,441.00	3,441.00
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA C-45	C.U	2.00	8,878.90	17,757.80
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA C-1	C.U	6.00	8,999.42	53,996.52
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA C-2	C.U	8.00	1,687.39	13,499.12
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA M2-1	C.U	12.00	337.48	4,049.76
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA D1-1	C.U	17.00	10,686.82	181,675.94
	SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA A5-1	C.U	1.00	23,250.00	23,250.00
	DESRRAME DE ARBOLES ENE EL TRAMO DE LINEA TRIFASICA	GLB	1.00	3,720.00	3,720.00
	SUMINSTRO E INTALACION, CANALIZACION Y ALAMBRADO ACOMETIDA GENERAL SOTERRADA.	M	15.00	471.32	7,069.80
	SUMINISTRO E INSTALACION DE PANEL DE DISTRIBUCION DE 18 ESPACIOS TRIFASICO CON MAIN BREAKER PRINCIPAL INTEGRADO DE 125 AMP 3 POLOS.	C.U.	1.00	4,752.67	4,752.67
	SUMINISTRO E INSTALACION DE CANALIZACION Y ALAMBRA-DO PARA CONJUNTO MOTOR-BOMBA SUMERGIBLE DE 20 HP.	M	10.00	315.27	3,152.70
	SUMISNTRO E INSTALACION DE CANALIZACION Y ALAMBRA-DO BOMBA BOOSTER.	M	10.00	300.60	3,006.00

No	Descripcion	U.M.	Cantidad	Costos (C\$)	
				Unitario	Total
4	SUMINISTRO E INSTALACION DE CANALIZACION Y ALAMBRA-DO CIRCUITO DE ILUMINACION	M	17.00	65.10	1,106.70
	SUMINISTRO E INSTALACION DE CANALIZACION Y ALAMBRA-DO CIRCUITO DE TOMACORRIENTES.	M	10.00	53.01	530.10
	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIA SILVANIA 2 x 40 W SUPERFICIAL.	C.U	1.00	624.96	624.96
	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIA SILVANIA 1 x 40 W SUPERFICIAL.	C.U.	4.00	404.55	1,618.20
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120 V DE EMPOTRAR	C.U	2.00	30.69	61.38
	APAGADOR DOBLE SILENCIOSO DE EMPOTRAR 15 A, 125 V.	C.U	1.00	77.93	77.93
	CALAVERA EMT 2"	C.U	1.00	215.20	215.20
	TUBO EMT 2"	C.U	2.00	260.40	520.80
	BREAKER CH 3 x 100 A	C.U	1.00	167.96	167.96
	BREAKER CH 1 x 20 A	C.U	1.00	77.00	77.00
	BREAKER CH 1 x 15 A	C.U	2.00	77.00	154.00
	VARILLA POLO A TIERRA 1/2" x 7'	C.U	1.00	167.40	167.40
	VARILLA POLO A TIERRA 5/8" x 7'	C.U	1.00	300.00	300.00
	TUBO CONDUIT PVC 1/2" x 3 M	C.U	25.00	16.00	400.00
	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				51,009.21
	CERCA PERIMET. DE ALAMBRE DE PUAS 12 HILOS CAL 13 Y POSTE DE CONCRETO DE 3.05 M., EMBASADO EN CONCRETO DE 2500 PSI @ 2.50 M.	M	98.13	440.53	43,229.21
	PORTON DOBLE HOJA DE TUBO DE 1 1/2" H.G. (3.0 x 1.85 M) FORRADO CON MALLA CICLON Y PINTURA ANTICORROSIVA Y CON COLUMNAS DE CONCRETO DE 0.30 M.	C.U	1.00	7,780.00	7,780.00
350	CONEXIONES				336,607.44
	CONEXIONES INTRADOMICILIARES				
	CONEXIONES DOMICILIARES DE AGUA POTABLE	C.U.	182.00	420.00	76440.00
	INSTALACIONES DE VALVULAS				
	CAMBIO DE VALVULA DE PASE DE CONEXIONES EXISTENTES	C.U	143.00	142.08	20317.44
	MEDIDORES DE AGUA POTABLE				
	MEDIDORES DE AGUA POTABLE FLUJO MULTIPLE 5/8"	C.U	325.00	738.00	239850.00
	C/CAJA DE CONCRETO				
360	PLANTA DE PURIFICACION				18,865.98
	EQUIPO DE CLORACION				
	BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO 4.8 L/HORA Y BOMBA DE REFUERZO	C.U	1.00	18,865.98	18,865.98
365	MEDIDAS DE MITIGACION Y PREVENCION DE ACCIDENTES				13,500.00
	ROTULACION PARA DESVIO DE TRAFICO	GLB	1.00	3,000.00	3000.00
	LUCES PREVENTIVAS Y SEÑALES DE PRECAUCION	GLB	1.00	3,000.00	3000.00
	HUMEDECIMIENTO DE TIERRA DE EXCAVACION	GLB	1.00	6,000.00	6000.00
	PASES TEMPORALES SOBRE EXCAVACIONES	GLB	1.00	1,500.00	1500.00
370	LIMPIEZA Y ENTREGA				8582.90
	LIMPIEZA FINAL	M	4866.32	1.25	6082.9
	PLACA CONMEMORATIVA	C.U.	1.00	2500.00	2500.00
COSTO TOTAL C\$					3009,898.05

5.10 Estudio de Población y Consumo de Agua

5.10.1 Población Actual

Como parte de los alcances del presente estudio, se efectuó un censo poblacional que abarcó al 100 % de las 406 viviendas de las localidades objeto del estudio. En el anexo VI.1 se muestra el formato utilizado en dicho censo.

De los resultados obtenidos; se conoció que existe un índice habitacional promedio de las tres localidades de 5.47 hab/vivienda, y que la población en las tres localidades es de 2,222 habitantes. La distribución de población y viviendas según cada localidad es mostrada en el cuadro 5.1.

Cuadro 5.1 Distribución de Viviendas por Localidad

Comunidad	Población (hab.)	Cant. De Viviendas	Índice habitacional (hab/viv.)
La Concepción	907	170	5.34
El Guapinol	773	142	5.44
Veracruz	542	94	5.77
Totales	2222	406	5.47

Fuente: Encuesta de Hogares (Investigación monográfica)

En relación a la distribución de la población por grupos de edades, se identificó que:

- ♦ El 41.99% de la población corresponde a niños y el restante 58.01 % son adultos.
- ♦ El 53.06 % de la población es de sexo femenino; y el restante 46.94 % son hombres.

5.10.2 Crecimiento Histórico de la Población

El crecimiento histórico de las localidades en estudio se analizó en base a los datos recopilados de los censos nacionales efectuados en los años, 1995 y 2005 por el INIDE para el municipio de Diriomo y el departamento de Granada.

A continuación se presentan los datos de interés de dicha información:

Cuadro 5.2 Registro Poblacionales Históricos

Año	Población del Departamento de Granada	Población del Municipio de Diriomo	Población Rural del Municipio de Diriomo
1995	155,683	20,102	13,024
2005	190,604	26,133	16,000

Fuente: INIDE

En base a los datos anteriores, se determinó el ritmo de crecimiento geométrico de la población a nivel departamental y municipal; analizando en este último, tanto la población total como la referida a la del sector rural.

Los resultados obtenidos son del 2.04%, 2.67% y 2.08%, respectivamente.

5.10.3 Escogencia de la Tasa de Crecimiento para la Población de Diseño

Los cálculos anteriores dieron como resultado una razón de crecimiento de 2.08% correspondiente al sector rural del municipio de Diriomo. De acuerdo con las Normas Técnicas de INAA, la tasa de crecimiento no debe ser menor del 2.5%, ni mayor del 4% por tanto; se tomó una tasa de crecimiento del 2.5 % para realizar la proyección poblacional del presente estudio.

5.10.4 Proyección de la Población Futura de las Localidades a Beneficiar

Para el cálculo de la proyección de población futura, se hará uso del método de proyección geométrico, por ser éste el método recomendado en las Normas Técnicas de INAA (NTON 09001-99).

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Siendo “r”, el incremento geométrico anual.

Con el valor adoptado de razón de crecimiento, se procede a estimar la población futura para las localidades en estudio.

Cuadro 5.3 Población Futura

Año	Po (habitantes)	P diseño (habitantes)
2012	2,222	2,222
2017	2,222	2,514
2022	2,514	2,844
2027	2,844	3,218
2032	3,218	3,641

5.10.5 Variación y Proyección de Consumo

5.10.5.1 Nivel de Servicio y Dotación de Agua

El servicio propuesto corresponde en su totalidad a conexiones domiciliarias y de acuerdo a Las Normas Técnicas (NTON 09001-99) de INAA se recomienda un valor de consumo doméstico de agua entre 50 y 60 lppd. Por lo que considera adecuado emplear el valor máximo de dotación.

5.10.5.2 Estimación de Consumos¹⁵

La demanda de agua futura, para el horizonte evaluado ha sido determinada con base a las proyecciones demográficas, dotaciones y nivel de pérdidas.

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario. Dicho factores se identifican como K, y tienen un valor de 1.5 y 2.5 correspondientes al consumo de máximo día y consumo de máxima hora respectivamente.

Los consumos se estimaron en base al CPD para el final del año 20.

♦ Consumo Promedio Diario:

$$CPD = \frac{\text{Poblacion} * \text{Dotacion}}{86,400 \text{ seg/dia}} = \frac{3,641 \text{ hab.} * 60 \text{ Lppd}}{86,400 \text{ seg/dia}} = 2.528 \text{ L/s}$$

♦ Consumo Promedio DiarioTotal

$$CPDT = CPD + Q_{\text{perd}}$$

$$CPDT = 2.528 + (0.20 * 2.528) = 3.03 \text{ L/s}$$

♦ Consumo de Máximo Día

$$CMD = (K * CPD) + Q_{\text{perd}}$$

$$CMD = (1.5 * 2.528) + (0.20 * 2.528) = 4.30 \text{ L/s}$$

¹⁵ "Diseño de abastecimiento de agua en el medio rural" cap. 4.1

♦ **Consumo de Máxima Hora**

$$CMH = (K * CPD) + Q_{\text{perd}}$$

$$CMH = (2.5 * 2.528) + (0.20 * 2.528) = 6.83 \text{ L/s}$$

A continuación se presenta un resumen de la proyección de demanda de agua, para el periodo actual y final del periodo de diseño para las tres localidades del municipio de Diriomo depto. de Granada.

Cuadro 5.4 Proyección de Demanda de Agua

Año	Po (hab.)	Pdiseño (hab.)	C.P.D (lps)	C.P.D Total		C.M.D.		C.M.H.	
				(lps)	(gmp)	(lps)	(gmp)	(lps)	(gmp)
2012	2,222	2,222	1.54	1.85	29.35	2.62	41.58	4.17	66.04
2017	2,222	2,514	1.75	2.10	33.21	2.97	47.05	4.71	74.72
2022	2,514	2,844	1.98	2.37	37.57	3.36	53.22	5.33	84.53
2027	2,844	3,218	2.23	2.68	42.51	3.80	60.22	6.03	95.65
2032	3,218	3,641	2.53	3.03	48.10	4.30	68.14	6.83	108.22

El consumo promedio diario total varía entre 1.85 lps en el año 2012 y 3.03 lps en el año 2032, para las localidades de la Concepción, el Guapinol y Veracruz.

El consumo de máximo día varía entre 2.62 lps en el año 2012 y 4.30 lps en el año 2032, para las tres localidades.

El consumo máxima hora varía entre 4.17 lps en el año 2012 y 6.83 lps en el año 2032, para las tres localidades.

En el anexo 5.2, se detalla por cada año la proyección de la demanda de agua hasta el final del periodo de las tres localidades del municipio de Diriomo.

5.11 Obras de Captación

5.11.1 Datos Constructivos del Pozo¹⁶

El pozo construido por la alcaldía de Diriomo en el año 2012 en el sector del Guapinol presenta las siguientes características:

▪ Diámetro de perforación	= 14 plg
▪ Diámetro de revestimiento	= 10 plg
▪ Diámetro de tazón de bomba y motor	= 6 plg
▪ Profundidad total del pozo	= 198 m
▪ Nivel estático del agua	= 79.27
▪ Caudal de diseño	= 150 gpm
▪ Descenso por bombeo	= 33 m
▪ Interferencias en el pozo	= 3 m
▪ Fluctuación estacional de superficie freática	= 3 m
▪ Descenso regional	= 11 m
▪ Sugerencia de la bomba	= 3.05 m
▪ Deposito sedimentador	= 3.05 m

5.11.2 Estación de Bombeo

5.11.2.1 Criterios de Diseño

- ♦ La capacidad de la estación se estimó en base al caudal de máximo día para el final del año 20 del período de diseño (4.30 lps).
- ♦ El horario de operación del equipo de bombeo será de 4:00 am a 8:00 pm.
- ♦ El factor de variación diaria es de 1.5

¹⁶ Información proporcionada por Alcaldía Municipal de Diriomo

- ♦ El equipo a utilizar consiste en una bomba centrífuga de eje vertical con motor sumergible.
- ♦ Se utiliza la expresión de Hazen William para estimar las pérdidas por fricción en la tubería de descarga.
- ♦ Los coeficientes de fricción utilizados corresponden a 130 y 150, para tubería de Hierro Galvanizado y PVC respectivamente.
- ♦ Las pérdidas por fricción en la succión representan el 5 % de la longitud de columna de bombeo.
- ♦ Se consideran variaciones estacionales de 14.00 m.
- ♦ El rebajamiento máximo esperado es de 33.00 m.
- ♦ La sumergida tiene un valor de 3.05 m.
- ♦ La carga estática, corresponde a la diferencia de elevación entre el nivel de rebose del tanque de almacenamiento y el nivel mínimo esperado en el pozo.
- ♦ Se consideró una eficiencia teórica de la bomba del 70%, según Manual de Hidráulica de Acevedo Netto.

5.11.2.2 Características del Equipo de Bombeo

- ♦ **Capacidad:**

La capacidad de la estación de bombeo se determinó en base al caudal requerido por el consumo de máximo día para el año 2032, el cual asciende a 4.30 lps (68.14 gpm).

♦ **Carga Total Dinámica (C.T.D):**

Los parámetros básicos utilizados son:

- Elevación de terreno en pozo	: 291.85 m
- Profundidad del nivel estático del agua	: 79.27 m
- Rebajamiento máximo esperado	: 33.00 m
- Variaciones estaciones	: 14.00 m
- Sugerencia	: 3.05 m
- Longitud de succión	: 129.32 m
- Diámetro de línea de impulsión	: 0.10 m
- Longitud de impulsión	: 1,925.01 m
- Elevación de terreno en tanque	: 378.90 m
- Elevación de rebose en tanque	: 380.80 m

♦ **La carga estática a vencer la bomba es:**

$$H_E = \text{Elev}_{\text{Rebose-tanque}} - \text{Elev}_{\text{mín-pozo}}$$

Donde, la $\text{Elev}_{\text{mín-pozo}} = 165.58 \text{ m}$ Entonces, $H_E = 215.22 \text{ m}$

♦ **Pérdidas por fricción en la línea de impulsión:**

Para el cálculo de las pérdidas, se adoptó el método de las longitudes virtuales con el propósito de tener en cuenta las pérdidas locales que representan los accesorios instalados en la sarta de la bomba y en la entrada al tanque de almacenamiento.

La longitud equivalente de los accesorios se detalla a continuación:

Cuadro 5.5 Estimación de Longitud Total Equivalente¹⁷

Sarta de Equipo de Bombeo:	
Accesorios:	L. equivalente
1 Codo de 3" x 90° H.G.	1.6
1 Medidor Maestro de 3"	0.12
1 Válvula de Retención de 3" HF	6.3
1 Válvula de Compuerta de 3" HF	0.5
2 Codo de 3" x 45° H.G	2.4
1 Reductor de 3" x 4" PVC	0.52
1 Cruz de 3" x 3" HF	4.6
Sarta de Entrada al Tanque	
Accesorios:	L. equivalente
2 Codos de 4" x 45° PVC	3.00
1 Válvula de Compuerta de 4" HF	0.70
1 Válvula de Control de Niveles de 4"	0.40
2 Codos de 4" x 90° HG	4.20
Subtotal long. equivalente. (m) 24.34	

La trayectoria de descarga correspondiente a la línea de impulsión equivale a una longitud de 1,925.01 m. Para obtener la longitud equivalente total se suman ambas longitudes.

Longitud equivalente total: $1,925.01\text{m} + 24.34\text{ m} = 1,949.35\text{ m}$

♦ **Pérdidas de carga por fricción:**

- En la columna de bombeo : $(0.05 * 129.32\text{ m}) = 6.47\text{ m}$

¹⁷ Diseño de Abastecimiento de Agua Potable. Ing. María Elena Baldizon

- En la impulsión : $hf = 10.67 * \left(\frac{0.00430 \frac{m^3}{s}}{150} \right)^{1.85} * \frac{1949.35 m}{(0.10 m)^{4.87}} = 6.08 m$

- Pérdidas totales : 12.55 m

♦ **Carga Total Dinámica (C.T.D):**

$$C.T.D = H_E + hf_{succ.} + hf_{desc.}$$

$$C.T.D = 215.22 + 12.55 = 227.77 m = 747.09 \text{ pies}$$

♦ **Potencia al Freno:**

$$PRB = \frac{Qb * CTD}{3960 * eb}$$

Dónde: PRB: Potencia requerida por la bomba

CTD: Carga Total Dinámica (Pies)

Qb: Caudal de bombeo (gpm)

eb: (0.70-0.80)

$$PRB = \frac{68.14 * 747.09}{3960 * 0.70} = 18.36 HP. \approx 20 HP.$$

♦ **Potencia del Motor:**

$$P_m = PRB * 1.5$$

$$P_m = 18.36 * 1.5 = 27.54 HP. \quad \text{Comercialmente } 30 HP.$$

El INAA tiene por norma usar un factor de 1.5 para calcular la H.P del motor

5.11.3 Línea de Conducción

En el presente estudio se ha propuesto una línea de conducción por bombeo, que conduce el agua desde el pozo proyectado hasta el tanque de almacenamiento en una longitud de 1,925.01 m.

5.11.3.1 Criterios de Diseño

- ♦ El gasto de diseño es el correspondiente a la demanda de máximo día (4.30 lps).
- ♦ El período de bombeo considerado es de 16 horas.
- ♦ La velocidad del flujo en la tubería oscila entre (0.4 y 2.0 m/s) de acuerdo a las normas de INAA.
- ♦ Se hará uso de la expresión de diámetro económico, presentada en las Normas Técnicas de INAA.
- ♦ Se utilizará la fórmula de Hazen William para calcular las pérdidas por fricción en las tuberías.
- ♦ Los coeficientes de fricción utilizados corresponden a 130 y 150, para tubería de Hierro Galvanizado y PVC respectivamente.
- ♦ La tubería será revisada por la sobre presión ocasionada por el fenómeno transitorio “Golpe de Ariete” se ha considerado instalar válvulas de retención y alivio en la descarga de la bomba.
- ♦ El periodo de diseño de la línea de conducción será para 20 años.

- ♦ El costo de la energía eléctrica se estima en 2.14 C\$/kwh.

5.11.3.2 Dimensionamiento Hidráulico

La expresión a utilizar es:

$$D = 0.90 (Q)^{0.45}$$

Dónde: D: Diámetro en m

Q: Caudal en m³/s

$$D = 0.90 (.00430 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45} = 0.0775 \text{ m}$$

Resultando un diámetro teórico requerido de 0.0775m, equivalente a 3.10", comercialmente 3".

De acuerdo con los resultados obtenidos y con el propósito de obtener el diseño más económico, se procedió a efectuar un análisis técnico económico para la longitud de la línea de conducción, por lo cual se determinaron los costos de inversión y de operación para las tuberías de 3" y 4".

5.11.3.3 Estudio, Técnico - Económico

5.11.3.3.1 Costo de Inversión

$$C_{INVERSION} = C_{MATERIAL} + C_{TRANSPORTE} + C_{INSTALACION}$$

A continuación se presentan los costos de inversión anual obtenidos para cada uno de los diámetros propuestos:

Cuadro 5.6 Costo Total de Materiales

Ø (plg)	Longitud (m)	# Tubos	C. Unit/Tubo C\$	C. Total/TuboC\$	Costo Acces. C\$ *	C. Total Mat. C\$
3	1925.01	321	729.57	234,191.97	86,993.42	321,185.39
4	1925.01	321	1,192.35	382,744.35	144,989.03	527,733.38

Considerando valores unitarios por concepto de instalación de 53.80 C\$/m y 54.60 C\$/m para tuberías de 3" y 4" respectivamente, así como un costo unitario por tubo de 117.14 C\$ y 145.18 C\$, se obtiene que el costo de inversión es de:

Cuadro 5.7 Costo Total de Inversión

Ø (plg)	Longitud (m)	# Tubos	¹⁸ C. Total Material C\$	Costo Transp. C\$	Costo Instal. C\$	C.Total Inver. C\$
3	1925.01	321	321,185.39	250.00	389.88	321,825.27
4	1925.01	321	527,733.38	250.00	488.78	528,472.16

5.11.3.3.2 Costo de Inversión Anual

Para determinar el costo de inversión anual, se utilizó, la siguiente expresión:

$$\text{Anualidad} = \left[\text{Costo de Inversión} * i \right] / \left[(1 + i)^n - 1 \right]$$

Dónde: i: Tasa de interés para proyectos sociales = 12 %

n: Período de recuperación del capital = 10 años

Distribuyendo la inversión por años se obtienen los siguientes montos.

¹⁸ C. Total Material, corresponde a los accesorios de la sarta de bombeo

Cuadro 5.8 Costo de Inversión Anual

Diametro(plg.)	C. Inver. Anual C\$
3	18,338.94
4	30,114.54

5.11.3.3 Costo Anual de Operación

El costo anual de operación está representado por el consumo de energía eléctrica, el cual depende de la potencia al freno del equipo de bombeo. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las principales características de los equipos de bombeo según los diámetros de estudio.

Cuadro 5.9 Potencia del Equipo de Bombeo

Diametro (")	Hf desc. (m)	Hf succion(m)	HE (m)	C.T.D. (pies)	P teorica (Hp)	P comercial (Hp)
3	24.70	6.47	216.37	811.93	32.10	40.00
4	6.08	6.47	216.37	750.86	27.54	30.00

El costo anual equivalente de operación se determinara mediante la siguiente expresión:

$$C_{OPERACION / ANUAL} = C\$ \text{ kw/h} * \text{kw} * (\text{NoHoras BOMBEO/DIA}) * 365 \text{ días/año}$$

Considerando una tarifa de bombeo de 2.15 C\$/kwh, se obtienen los siguientes costos operacionales.

Cuadro 5.10 Costos operacionales

D (plg)	P Com. (Kw)	Costo Operación Anual C\$
3	29.84	372,928.38
4	22.38	279,696.29

$$1\text{hp} = 0.746 \text{ kw}$$

5.11.3.3.4 Costo Anual Equivalente

El costo anual equivalente para cada uno de los diámetros en estudio es:

Cuadro 5.11 Costo Anual Equivalente

<i>D (pulg)</i>	<i>C. Inver. Anual C\$</i>	<i>Costo Operación Anual C\$</i>	<i>Costo Anual Equivalente C\$</i>
3	18,338.94	372,928.38	391,267.33
4	30,114.54	279,696.29	309,810.83

Comparando los costos de inversión de las diferentes alternativas, se observa que la alternativa que considera el diseño de la línea de conducción con tubería de 4" de diámetro es más económica, representando una diferencia de C\$ 81,456.50 respecto al diseño que considera el utilizar tubería de 3".

5.11.3.3.5 Revisión de la Velocidad

En base al resultado obtenido de los diámetros comerciales a utilizar en la línea de conducción y con el propósito de obtener el diámetro más económico, se procedió a revisar el criterio de velocidad para tubería de 3" y 4", el cual debe estar entre 0.4 y 2 m/s.

$$V = \frac{Q}{A} = 4 \frac{Q}{\pi(\phi)^2}$$

a) Para tubería de $\phi 3''$: $V = 4 \frac{0.00430 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi(0.075\text{m})^2} = 0.97 \text{ mps}$

b) Para tubería de $\phi 4''$: $V = 4 \frac{0.00430 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi(0.10\text{m})^2} = 0.55 \text{ mps}$

Resultando valores de 0.97 mps y 0.55 mps, respectivamente.

Ambos resultados son aceptables ($0.4 < V < 2.0$ mps); ya que se encuentran dentro de las velocidades permisibles en tuberías de acuerdo a las normas de INAA para Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural. Por lo tanto se recomienda utilizar tubería de 4" en PVC como línea de conducción por bombeo.

5.11.3.3.6 Golpe de Ariete

La tubería será revisada a través del golpe de ariete para determinar la sobrepresión en el punto más crítico de la línea de conducción, el cual corresponde al PI-118, con una elevación de 288 m., menos el desplante de dicha la tubería (1m), para poder asignarle la cedula más adecuada.

♦ Sobrepresión y clase de tubería de descarga

La sobrepresión se determina mediante la fórmula aproximada:

$$H = 146 * V / (1 + Kf)^{0.50}$$

Dónde: H: Exceso de presión (m).

V: Velocidad del agua (mps).

K: Relación entre el módulo de elasticidad del agua y el material que está construida la tubería; para tubería de plástico $K = 0.70$

f: Relación entre el diámetro de la tubería y el espesor de la misma.

Para tubería con **SRD26**, el exceso de presión será:

$$H = 146 * 0.55 / (1 + 0.70 * 26)^{0.50} = 18.33 \text{ m}$$

El punto de mayor presión estática corresponde al PI-118.¹⁹

$$\Delta H = 380.80 \text{ m.} - 287 \text{ m.} = 93.80 \text{ m.}$$

¹⁹ Ver HOJA 11 de Planos, Red de distribución de agua pot. parte 4

♦ **Presión de trabajo:**

$$P_{\text{trab}} = H + H\Delta$$

Donde: H: sobrepresión

$H\Delta$: Presión Estática

$$P_{\text{trab}} = 18.33 \text{ m} + 93.80 \text{ m} = \underline{112.13 \text{ m}} > \underline{112 \text{ m}}$$

La sobrepresión en la línea de impulsión se estimó en 18.33 m, que aunada a la carga ofrecida por la bomba, requiere considerar el empleo de tubería SDR-17 en el tramo comprendido entre el pozo y el PI-138. A partir de este punto topográfico la línea de conducción continuará hasta su llegada al tanque de almacenamiento con tubería PVC SDR-26.

5.11.4 Red de Distribución

La red de distribución se analizó por medio del programa para análisis hidráulico EPANET 2.0, y en el cual el sistema fue modelado en base a la fórmula de Hazen William y bajo la condición de consumo de máxima hora al final del periodo de diseño, aplicando así también en cada nodo de la red las elevaciones topográficas del terreno.

5.11.4.1 Criterios de Diseño

- ♦ Los diámetros seleccionados, tienen capacidad hidráulica para conducir la demanda de máxima hora doméstica
- ♦ El factor máximo horario fue 2.5 del CPDT.

- ♦ El coeficiente de flujo es de 150 para tubería PVC y 130 para tubería de Ho.Go.
- ♦ Los valores permisibles para las velocidades del flujo en los conductos deberán estar en un rango de 0.40 m/s a 2.0 m/s
- ♦ Las presiones residuales mínimas en cada punto están afectadas por el diámetro seleccionado, perdidas por fricción, caudal concentrado en el nodo y la ubicación del tanque de almacenamiento. Para comunidades rurales la presión mínima es de 5.0 y la máxima de 50 m.
- ♦ Para el proyecto propuesto se tomó en consideración la red existente actual en cuanto a su diámetro y tipo de tubería, agregándose además nuevos ramales en aquellos sitios que no cuentan con el servicio.
- ♦ Para sitios que correspondan a carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en las calles peatonales una cobertura mínima de 1.0 metro sobre la corona del tubo.
- ♦ En algunos tramos de la red, la velocidad mínima del flujo es menor a 0.30 mps, sin embargo se optó prevaler como criterio de diámetro mínimo, el utilizar tubería de 1 ½".
- ♦ Las condiciones hidráulicas que se obtuvieron del comportamiento de las velocidades en las tuberías de distribución dieron como resultado que la velocidad promedio equivale a 0.30 m/s, la velocidad máxima a 0.67 m/s y la velocidad mínima a 0.04 m/s encontrándose a demás...

5.11.4.2 Demanda

La estimación de la demanda de agua se determinó distribuyendo la Demanda de Máxima Hora Doméstica Total entre la longitud total de la red de distribución.

Caudal Unitario: $Q_{unit} = 6.83 \text{ lps} / 7,533.25\text{m} = 9.066 \times 10^{-4} \text{ lps/m}$

5.11.4.2.1 Dimensionamiento Hidráulico

La estimación de la demanda en los nodos se determinó, basándose en el método del espinazo, aplicable para ramales abierto, el cual consiste en determinar un caudal unitario, distribuyendo la Demanda de Máxima Hora Total entre la longitud total de la red de distribución y multiplicando luego dicho caudal por la longitud de influencia de cada nodo para obtener el gasto concentrado.

Con el objeto de analizar la posibilidad de utilizar algunos tramos de tubería de la red existente, se procedió a valorar su comportamiento hidráulico según los requerimientos del sistema reforzado.

Similar análisis se efectuó en los tramos identificados como “ramales”, lográndose conservar una longitud total de tuberías existentes de 1,262.95 m., de los cuales 271.44 m corresponden a tubería de 2” y los restantes 991.51 m es tubería de 1 ½”.

Una vez determinada la longitud total, se calculó el consumo de agua usando la demanda total del sistema y los factores de variación de consumos. En el siguiente cuadro se presentan los caudales concentrados por nodos.

Cuadro 5.12 Caudales Concentrados por Nodos (Condición de Futuro).

TUBERIA	INICIO	FIN	NODA CAUDAL	LONGITUD (M)	Q - NODO (LPS)		
					C.P.D.T. (lps)	C.M.D. (lps)	C.M.H. (lps)
Tuberia 1	1	2	1	271.44	0.055	0.077	0.123
Tuberia 2	2	3	2	307.91	0.166	0.236	0.375
Tuberia 3	3	4	3	244.41	0.111	0.158	0.250
Tuberia 4	4	5	4	373.97	0.124	0.176	0.280
Tuberia 5	5	6	5	131.63	0.102	0.144	0.229
Tuberia 6	6	7	6	207.28	0.068	0.097	0.154
Tuberia 7	7	8	7	309.21	0.104	0.147	0.234
Tuberia 8	26	27	26	172.55	0.035	0.049	0.078
Tuberia 9	27	28	27	147.10	0.064	0.091	0.145
Tuberia 10	28	29	28	368.20	0.104	0.147	0.234
Tuberia 11	29	8	29	343.70	0.143	0.203	0.322
Tuberia 12	8	9	8	324.38	0.197	0.279	0.443
Tuberia 13	9	10	9	301.87	0.126	0.179	0.284
Tuberia 14	10	19	19	216.29	0.092	0.131	0.208
Tuberia 15	19	21	21	103.30	0.096	0.136	0.216
Tuberia 16	21	23	23	117.20	0.086	0.121	0.193
Tuberia 17	23	24	24	307.99	0.062	0.088	0.140
Tuberia 18	19	20	20	138.50	0.028	0.040	0.063
Tuberia 19	21	22	22	256.52	0.052	0.073	0.116
Tuberia 20	10	25	25	223.97	0.045	0.064	0.102
Tuberia 21	10	11	10	289.02	0.207	0.294	0.467
Tuberia 22	11	12	11	269.43	0.135	0.191	0.303
Valvula 23	12	13	12	0.000	0.000	0.000	0.000
Tuberia 24	13	14	13	206.29	0.096	0.136	0.216
Tuberia 25	14	15	14	14.40	0.044	0.063	0.107
Tuberia 26	11	16	16	111.00	0.078	0.110	0.175
Tuberia 27	16	17	17	94.60	0.019	0.027	0.043
Tuberia 28	16	18	18	181.09	0.036	0.052	0.082
Tuberia 31	2	32	32	248.55	0.088	0.125	0.198
Tuberia 32	32	33	33	188.55	0.092	0.131	0.208
Tuberia 33	33	34	34	270.92	0.114	0.162	0.257
Tuberia 34	34	35	35	136.22	0.103	0.146	0.233
Tuberia 35	35	36	36	241.78	0.073	0.103	0.164
Tuberia 36	36	37	37	119.33	0.024	0.034	0.054
Tuberia 37	34	38	38	159.45	0.032	0.046	0.072
Tuberia 38	35	39	39	135.20	0.027	0.039	0.061
TOTALES				7533.25	3.03	4.30	6.83

Ver en Anexo 5.3 Esquema de Distribución Propuesto de Nodos y Tuberías

5.11.4.3 Análisis Hidráulico

Con las demandas concentradas en los nodos, se procedió a efectuar el análisis hidráulico del sistema. Utilizando el programa EPANET 2.2

El dimensionamiento hidráulico de la red proyectada se efectuó considerando el consumo de máxima hora, correspondiente al final del periodo de diseño (6.83 lps). Las condiciones examinadas fueron:

a) Análisis hidráulico con Caudal de Cero Consumo

b) Análisis hidráulico con Consumo Máximo Día

c) Análisis hidráulico con Consumo Máxima Hora

a) Análisis hidráulico de la red de distribución con la Condición de Cero Consumo.

La presión promedio en los nodos de la red es de 44.12 m. siendo la presión máxima de 56.08 m. en el nodo 23 y la presión mínima es 2.54 m. en el nodo 14, en lo general las presiones cumplen con las normas para acueductos rurales, donde la presión mínima es de 5 m, y la máxima es 50 m., los resultados del análisis hidráulico realizado en EPANET 2.2 para esta condición se presentan en el **Anexo 5.4**

b) Análisis hidráulico de la red de distribución con la Condición de Consumo Máximo Día.

La velocidad promedio bajo esta condición presenta un valor de 0.23 m/s, una máxima de 0.55 m/s y una mínima de 0.02 m/s muy por debajo de las velocidades recomendadas 0.20 a 0.40 m/s.

En cuanto a la presión promedio en los nodos de la red es de 40.81 m. siendo la presión máxima de 54.00 m en el nodo 23 y la presión mínima es 2.50 m. en el nodo 14, en lo general las presiones cumplen con las normas para acueductos rurales, donde la presión mínima es de 5 m, y la máxima es 50 m., los resultados del análisis hidráulico realizado en EPANET 2.2 para esta condición se presentan en el **Anexo 5.5**

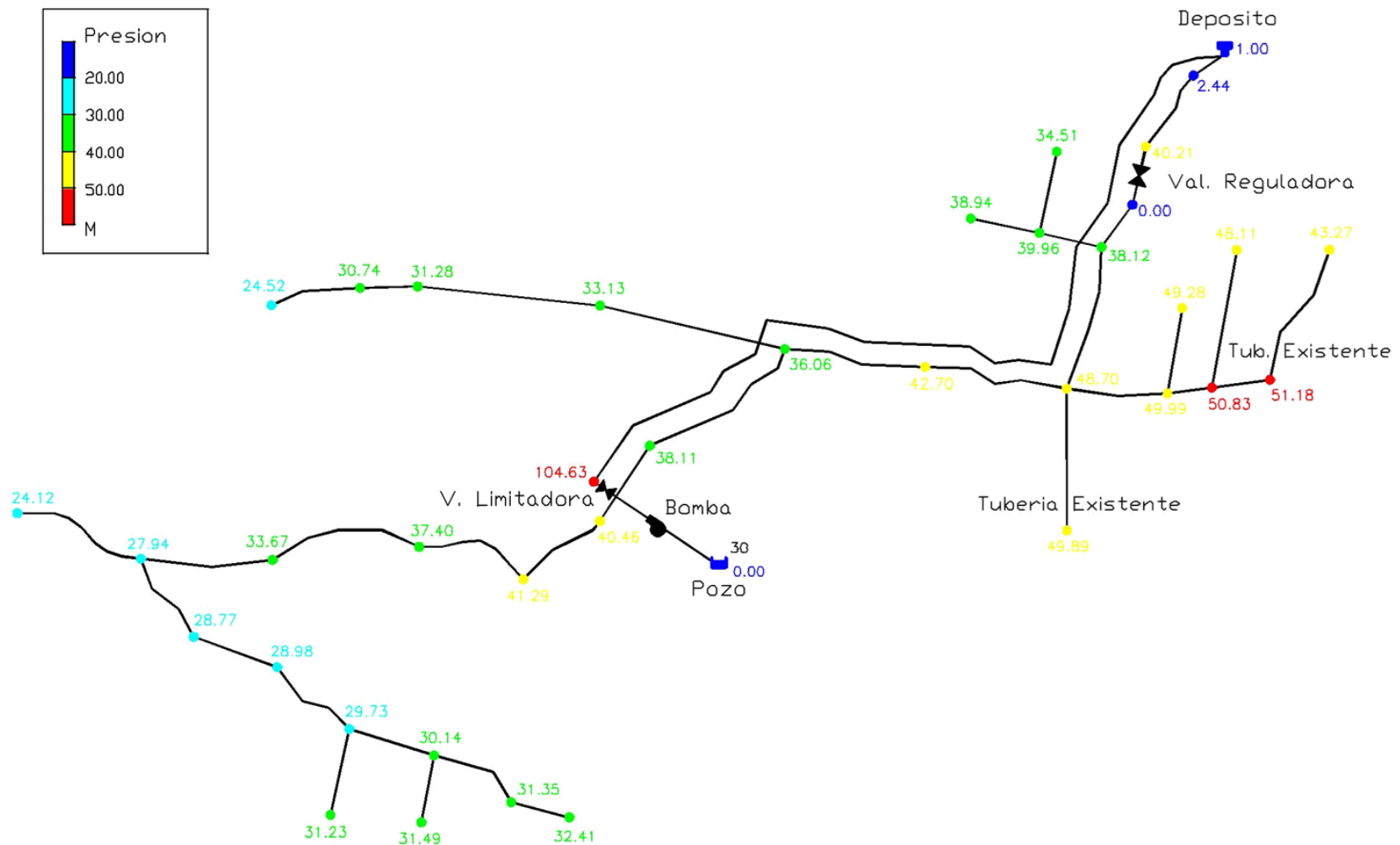
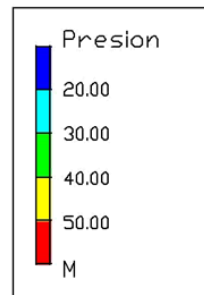
c) Análisis hidráulico de la red de distribución con la Condición de Consumo Máxima Hora.

La velocidad promedio bajo esta condición presenta un valor de 0.36 m/s, una máxima de 0.89 m/s y una mínima de 0.03 m/s muy por debajo de las velocidades recomendadas 0.20 a 0.40 m/s.

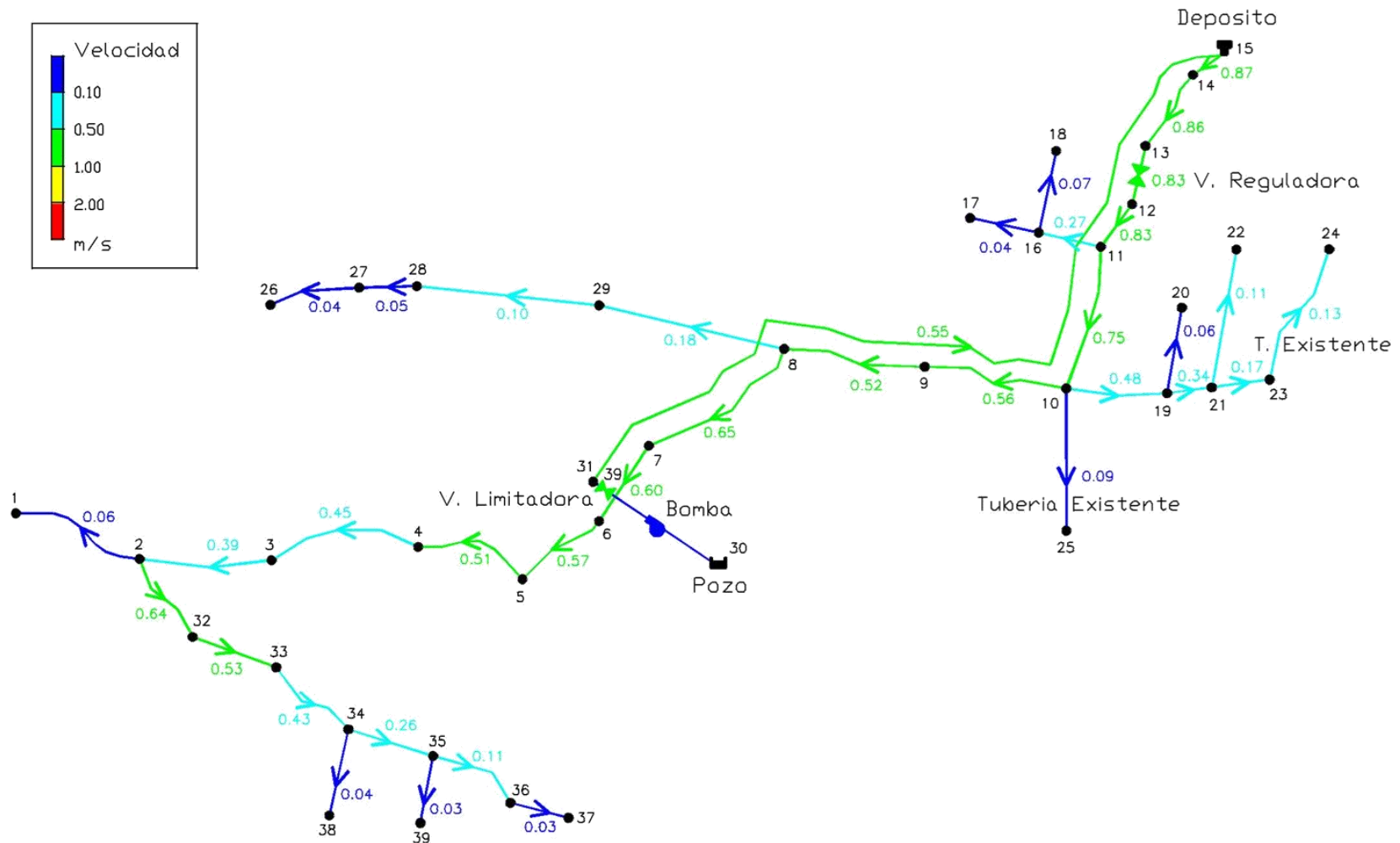
En cuanto a la presión promedio en los nodos de la red es de 36.31 m. siendo la presión máxima de 51.18 m en el nodo 23 y la presión mínima es 2.44 m. en el nodo 14, en lo general las presiones cumplen con las normas para acueductos rurales, donde la presión mínima es de 5 m, y la máxima es 50 m., los resultados del análisis hidráulico realizado para esta condición se presentan en los siguientes esquemas de EPANET y también en el **Anexo 5.6**

Se puede decir en términos generales, que los resultados de los análisis son satisfactorios, dado que las presiones en los nodos muestran valores más altos que los mínimos recomendados en las Normas de INAA.

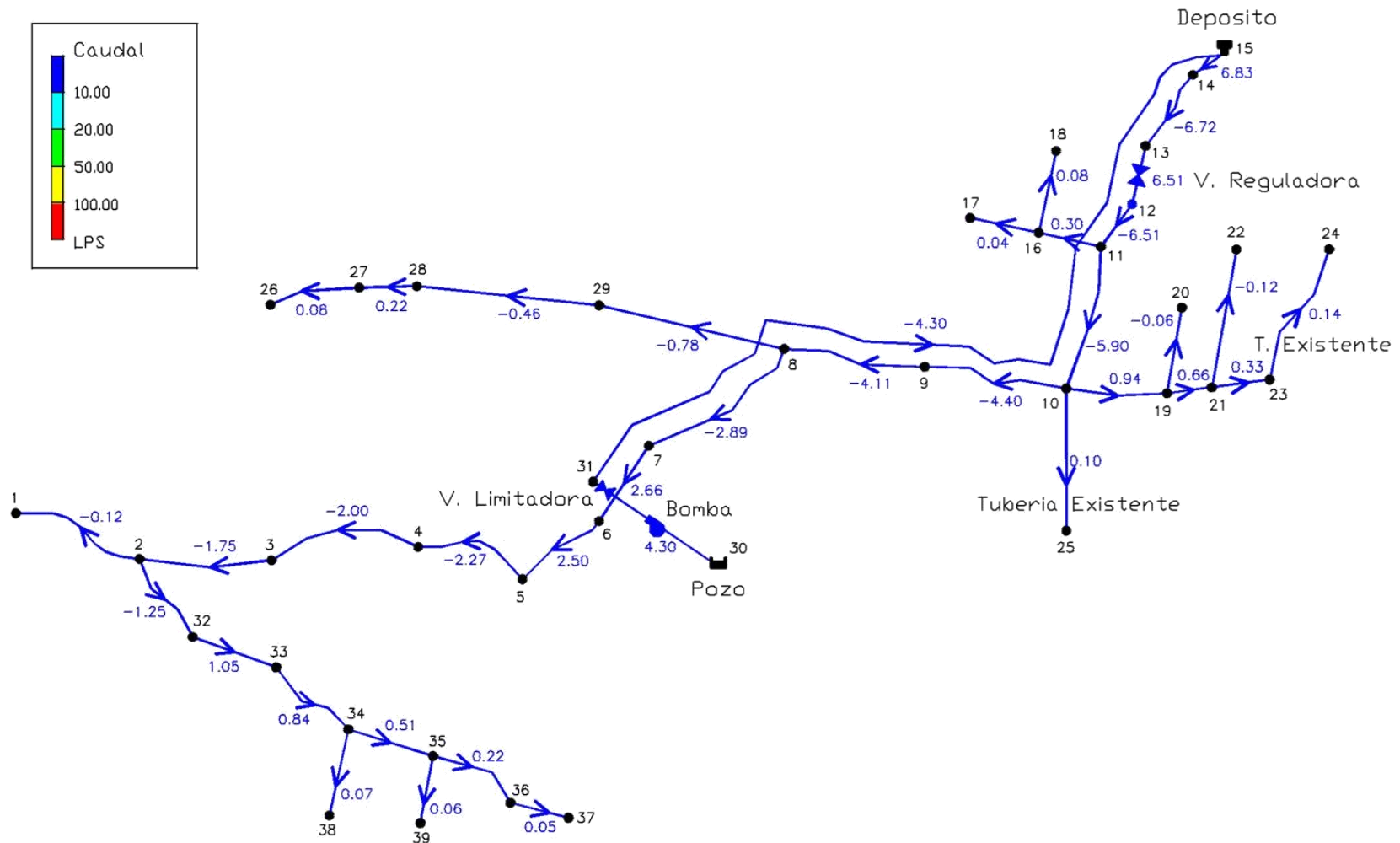
PRESIONES EN LOS NODOS DE LA RED DE DISTRIBUCION PARA LA CONDICION CMH.



VELOCIDADES EN LA RED DE DISTRIBUCION PARA LA CONDICION CMH.



CAUDALES EN LA RED DE DISTRIBUCION PARA LA CONDICION CMH.



En resumen, la red de distribución tendrá una longitud de aproximadamente 7,418.90 metros, de tubería PVC SDR-26, de los cuales la nueva red tiene una longitud de 7,418.90. Siendo la conformación de ellos la siguiente:

Cuadro 5.13 Diámetros que Conforman la Red de Distribución

Diámetro (plg)	Longitud (m)	Observación
4	1,405.39	Nueva a instalar
3	2,433.41	Nueva a instalar
2	2,048.54	Nueva a instalar
	332.24	Existente a utilizar
1 1/2	781.71	Nueva a instalar
	531.96	Existente a utilizar
Total	7,533.25	

Por otra parte, debido a las altas presiones de trabajo obtenidas, se identificó la necesidad de instalar una válvula reguladora de presión en el sitio topográfico identificado como PI-138.

5.11.4.4 Nivel de Servicio

Se considera con el presente proyecto una cobertura del 100% de la población al final del periodo de diseño, por lo cual la cantidad de conexiones a instalar de forma inmediata es de 406 conexiones domiciliarias que incluyen las existentes y las nuevas para el año base he incrementar gradualmente las conexiones en función del crecimiento de las localidades hasta alcanzar 666 conexiones requeridas al final del periodo de diseño, tomando en cuenta los sectores aledaños para servir a un total de 3,641 habitantes en dicho periodo.

5.11.4.5 Accesorios

- ♦ **Válvulas de Pase:** Se utilizarán las válvulas de pase indicadas con el objeto de dividir la red en sectores, a fin de no interrumpir el servicio en la totalidad de la población al presentarse fallas o roturas en la red.
- ♦ **Válvulas de Limpieza:** Estarán ubicadas en los puntos más bajos de la red de distribución o en aquellos sectores donde la velocidad del flujo esté por debajo del valor recomendado en las normas de diseño, con el objetivo de permitir la limpieza de los sedimentos que puedan acumularse en dichos tramos.
- ♦ **Anclajes:** Se proyectan anclajes de concreto simple en las válvulas, topes y en los cambios de dirección del flujo, para soportar las fuerzas internas de la presión.

5.11.5 Volumen de Almacenamiento

5.11.5.1 Criterios para Dimensionar el Tanque de Almacenamiento

- ♦ Se utilizara el Consumo Promedio Diario igual a 3.03 lps, al final del año 20 del período de diseño, para estimar el tamaño del reservorio.
- ♦ **Volumen Compensador:** Es el volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- ♦ **Volumen de reserva:** Es el volumen necesario para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

- ♦ De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.
- ♦ No se considerara el volumen contra incendio ya que es una comunidad rural, que de acuerdo a las normas de INAA para poblaciones de 0 a 5,000 habitantes no se considera caudales contra incendio, la población para las 3 localidades en estudio es de 3,641 habitantes.

5.11.5.2 Volumen del Almacenamiento

$$V_{TOTAL} = V_C + V_R$$

Dónde:

V_C : Volumen de compensación por variaciones horarias = 15 % CPD

V_R : Volumen de reserva para eventualidades y/o emergencia = 20% CPD

$$V_C = \frac{0.15 * (2.528 \text{ l/s}) * (86,400 \text{ s/d})}{1000 \text{ l/m}^3} = 32.76 \text{ m}^3$$

$$V_{RR} = \frac{0.20 * (2.528 \text{ l/s}) * (86,400 \text{ s/d})}{1000 \text{ l/m}^3} = 43.68 \text{ m}^3$$

$$V_{TOTAL} = 32.76 \text{ m}^3 + 43.68 \text{ m}^3 = 76.44 \text{ m}^3$$

El volumen total del tanque del almacenamiento existente sobre suelo de 30,000 glns, satisface la demanda proyectada en más de un 100%. Debido a que este tanque presenta buen estado en su infraestructura, se ha considerado su aprovechamiento como elemento constituyente del nuevo diseño.

A fin de asegurar la estabilidad estructural de la obra proyectada, se recomienda construir las obras adicionales de protección mostradas en los planos constructivos.

En el Anexo VI.7, se presenta el informe del estudio de suelos efectuado.

5.11.5.3 Accesorios Complementarios.

- ♦ **Tubería de llegada**

La tubería de llegada al tanque es de 4" PVC SDR-26., que previo a su entrada es convertida mediante un adaptador a tubería de H.G. de igual diámetro, contando además con válvulas de control de flujo.

- ♦ **Tubería de salida**

La tubería de salida del tanque es de H.G. de 4" provista de una válvula de compuerta del mismo diámetro.

- ♦ **Tubería de limpieza**

Es de 4" H.G. y está ubicada en el fondo de la unidad de almacenamiento. Cuenta para su operación con una válvula de globo del mismo diámetro.

- ♦ **Tubería de ventilación**

Consiste en tubería de material H.G. de 3", formando con codos del mismo material, una "U" invertida. La entrada será protegida con cedazo fino. Este tubo de ventilación será colocado al centro de la tapa superior del tanque.

- ♦ **Tubería de rebose**

Consiste en tubería 4" de diámetro H.G., unida a la tubería de limpieza a través de un codo de 90 grados y una tee del mismo diámetro y material.

5.11.6 Diseño de la Estación de Cloración

5.11.6.1 Criterios de Diseño

- ♦ El caudal de diseño corresponde a la demanda de máximo día extraída por el pozo a final de periodo (68.14 gpm).
- ♦ La dosificación fue adoptada en base a valores recomendados en bibliografía especializada, utilizando dosis promedio de 2 mg/l.
- ♦ La concentración comercial del hipoclorito de calcio es del 60%.

5.11.6.2 Dimensionamiento

- ♦ **Cantidad de cloro (lb/día): $Q * 0.012 * D$**

Dónde: Q: Caudal de diseño (gpm)

D: Dosis promedio del desinfectante = 2 mg/l

$$\text{Cantidad}_{\text{cloro}} = 68.14 * 0.012 * 2 = 1.64 \text{ lb/día}$$

- ♦ **Cantidad de hipoclorito de calcio:**

$$\text{Cantidad de cloro} = \frac{1.64 \text{ lb/día}}{0.60} = 2.73 \text{ lb/día} = 1.24 \text{ kg/día}$$

Conc. Comercial 0.60

♦ **Volumen de solución:**

$$V_{\text{solución}} = \frac{\text{Cantidad de hipoclorito de calcio} * 100}{1.54} = \frac{(1.24) * 100}{1.54} = 80.52 \text{ lt/día}$$

Los requerimientos de hipoclorito de sodio por mes y año serán:

Por mes: 37.20 kg/mes (81.84 libras)

Por año: 446.4 kg/mes (982.08 libras)

Se propone utilizar un tanque plástico, similar al de la marca ROTOTEC de 200 litros de capacidad; garantizando tener solución disponible para dos días. Adicionalmente, deberá contarse con otro recipiente plástico de 50 lts., para preparar la solución madre de hipoclorito de calcio.

A continuación se presentan los datos de catálogo del dosificador de cloro PULSATRON seleccionado.

The Pulsatron Series HV designed for high viscosity applications for precise and accurate metering control. The Series HV offers manual control over stroke length and stroke rate as standard with the option to choose between 4-20mA and external pace inputs for automatic control.

Five distinct models are available, having pressure capabilities to 150 PSIG (10 BAR) @ 12 GPD (1.9 lph), and flow capacities to 240 GPD (37.9 lph) @ 80 PSIG (5.6 BAR), with a turndown ratio of 100:1. Metering performance is reproducible to within $\pm 2\%$ of maximum capacity.

Features

- Automatic Control, available with 4-20mADC direct or external pacing, with stop function.
- Manual Control by on-line adjustable stroke rate and stroke length.
- Auto-Off-Manual switch.
- Highly Reliable timing circuit.
- Circuit Protection against voltage and current upsets.
- Panel Mounted Fuse.
- Solenoid Protection by thermal overload with auto-reset.
- Water Resistant, for outdoor and indoor applications.
- Indicator Lights, panel mounted.
- Guided Ball Check Valve Systems, to reduce back flow and enhance outstanding priming characteristics.
- Viscosities to 20,000 CPS.

Controls



Manual Stroke Rate

- Turn-Down Ratio 10:1

Manual Stroke Length

- Turn-Down Ratio 10:1

4-20mADC Direct or External Pacing with Stop

- Automatic Control

Operating Benefits

- Reliable metering performance.
- Rated "hot" for continuous duty.
- High viscosity capability.
- Leak-free, sealless, liquid end.



Aftermarket

- KOPkits
- Gauges
- Dampeners
- Pressure Relief Valves
- Tanks
- Pre-Engineered Systems
- Process Controllers (PULSAblue, MicroVision)



PULSAtron® Series HV
Electronic Metering Pumps

PULSAtron® Series HV

Specifications and Model Selection

MODEL		LVB3	LVF4	LVG4	LVG5	LVH7
Capacity nominal (max.)	GPH	0.50	1.00	2.00	4.00	10.00
	GPD	12	24	48	96	240
	LPH	1.9	3.8	7.6	15.1	37.9
Pressure (max.)	PSIG	150	150	110	110	80
	BAR	10	10	7	7	5.6
Connections:	Tubing	(S) .50" I.D. X .75" O.D. .38" I.D. X .50" O.D. (LVB3 & F4 only) (S & D) .50" I.D. X .75" O.D. (LVG4, G5 & H7 only)				

Engineering Data

Pump Head Materials Available: GFPPPL
PVC

Diaphragm: PTFE-faced CSPE-backed

Check Valves Materials Available:
Seats/O-Rings: PTFE
CSPE
Viton

Balls: PTFE
316 SS

Fittings Materials Available: GFPPPL
PVC

Injection Valve & Foot Valve Assy: Same as fitting and check valve selected

Tubing: Clear PVC
White PE

Important: Material Code - GFPPPL=Glass-filled Polypropylene, PVC=Polyvinyl Chloride, PE=Polyethylene, PVDF=Polyvinylidene Fluoride, CSPE=Generic formulation of Hypalon, a registered trademark of E.I. DuPont Company. Viton is a registered trademark of E.I. DuPont Company. PVC wetted end recommended for sodium hypochlorite.

Engineering Data

Reproducibility: +/- 2% at maximum capacity

Viscosity Max CPS: 20,000 CPS

Stroke Frequency Max SPM: 125

Stroke Frequency Turn-Down Ratio: 10:1

Stroke Length Turn-Down Ratio: 10:1

Power Input: 115 VAC/50-60 HZ/1 ph
230 VAC/50-60 HZ/1 ph

Average Current Draw:
@ 115 VAC; Amps: 1.0 Amps
@ 230 VAC; Amps: 0.5 Amps @ 230 VAC

Peak Input Power: 300 W atts

Average Input Power @ Max SPM: 130 W atts

Custom Engineered Designs – Pre-Engineered Systems

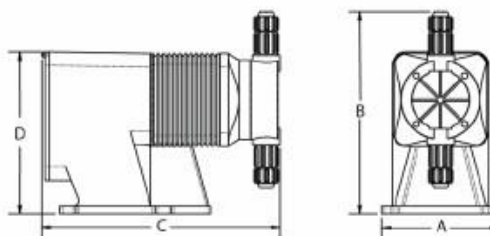


Pre-Engineered Systems
Pulsafeeder's Pre-Engineered Systems are designed to provide complete chemical feed solutions for all electronic metering applications. From stand alone simplex pH control applications to full-featured, redundant sodium hypochlorite disinfection metering, these rugged fabricated assemblies offer turn-key simplicity and industrial-grade durability. The UV-stabilized, high-grade HDPE frame offers maximum chemical compatibility and structural rigidity. Each system is factory assembled and hydrostatically tested prior to shipment.

Dimensions

Series HV Dimensions (inches)					
Model No.	A	B	C	D	Shipping Weight
LVB3	5.4	9.3	9.5	7.5	13
LVF4	5.4	10.8	10.8	7.5	18
LVG4	5.4	9.5	10.6	7.5	18
LVG5	5.4	10.8	10.8	7.5	18
LVH7	6.1	11.5	11	8.2	25

NOTE: Inches X 2.54 = cm



pulsafeeder.com

PULSAFEEDER

27101 Airport Rd
Punta Gorda, FL 33982
Phone: ++1(941) 575-3800
Fax: ++1(941) 575-4085

An ISO 9001 and ISO 14001 Certified Company

IMEX
CORPORATION

EMP033 H13

5.12 Calidad De Agua

La evaluación de la calidad del agua proveniente de la fuente de abastecimiento propuesta, se realiza con el objetivo de determinar el grado y tipo de tratamiento a efectuar; a efectos de asegurar la potabilidad del agua a ser suministrada a los usuarios del sistema.

Esta evaluación es basada en el análisis de examen de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, realizados en los laboratorios del Centro de Investigación y Estudio en Medio Ambiente (CIEMA-UNI), actualmente nombrado como Programa de Investigación y Estudio (PIENSA).

La evaluación se efectuó de una muestra de agua del pozo identificado como Regla No. 1, determinándose las concentraciones de los parámetros presentados en la **Cuadro 5.14**

En base a estos resultados se ha determinado que los parámetros físicos y químicos del agua de esta fuente se ubican dentro de los valores establecidos por las normas CAPRE/OMS, en lo que a calidad de agua para consumo humano se refiere.

Con el objetivo de identificar el tipo de agua a suministrar, se procedió a clasificarla en base a los resultados químicos obtenidos, auxiliándose del diagrama de Piper.

Cuadro 5.14 Resumen de Características Físicas, Químicas y Microbiológicas

Parámetro	Concentración Obtenida	Limite Máximo Admisible
Color Verdadero (UC)	1.00	15.00
Turbiedad (UNT)	0.94	5.00
Cloruros (mg/l)	7.91	250.00
Dureza Total (mg/l)	95.20	400.00
Hierro (mg/l)	0.039	0.30
Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	233.00	400.00
pH	7.47	6.60 - 8.50
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	1.3×10	0.00

Siendo necesario conocer las concentraciones de aniones y cationes en $U_{\text{equiv.}} / \text{l}$ y los porcentajes que representan, se muestra un resumen de los resultados en el cuadro VI.15

Los resultados anteriores clasifican el agua como **Bicarbonato-Cálcica**, ubicándose como agua de excelente calidad mineral y apta para el consumo humano.

Cuadro 5.15 Balance de Aniones y Cationes

Parámetro	Concentración (ppm)	$U_{\text{equiv.}} / \text{l}$	%
Na	7.30	0.31	13.36
K	4.21	0.13	5.60
Ca	24.05	1.20	51.12
Mg	8.55	0.68	29.32
Suma:		2.32	100.00
Cl	7.91	0.24	48.00
SO ₄	1.00	0.02	4.00
HCO ₃	14.80	0.24	48.00
Suma:		0.50	100.00

Por otra parte, la calidad bacteriológica se encontró levemente afectada por la presencia de bacterias Coliformes (1.3×10 NMP/100 ml.), sin embargo, esta ligera afectación no contradice la aceptable calidad de las aguas de la fuente seleccionada.

Para garantizar la calidad bacteriológica se proyecta efectuar desinfección mediante la aplicación de solución de hipoclorito de calcio en la salida del pozo proyectado a construirse.

CONCLUSIONES

1. El potencial hídrico de la fuente seleccionada proporciona las cantidades de agua necesarias para implementar el sistema de abastecimiento de agua por gravedad propuesto al final del periodo de diseño.
2. Para determinar la línea de conducción se analizaron 2 diámetros de tuberías (3" y 4") basándose en los aspectos técnicos y económicos, con el propósito de determinar el diseño de menor costo de inversión y de operación, donde se obtuvo que el diámetro a utilizar será de 4 pulgadas.
3. La red de distribución actual y bajo la condición de consumo de máxima hora, tiene velocidades promedios de 0.36 m/s, estando en su mayoría dentro del rango velocidades de las normas de INAA, a excepción de los tramos de tuberías No. 1, 8, 9, 18, 20, 27,28, 36, 37 y 38, en donde las velocidades son menores a 0.2 m/s, en este caso se propone utilizar válvulas de aire y vacío en las partes más altas de la red y válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red.
5. La población base para el proyecto es de 2,222 habitante y la población de diseño actual de 3,641 habitantes, tomando en cuenta que el proyecto beneficiara además los caseríos que se encuentran ubicados por donde pasará la línea de conducción.
6. Las obras propuestas con el proyecto (pozo, equipamiento, redes, conexiones, etc.) fueron dimensionadas para garantizar un servicio de agua apta para consumo humano.
7. Se están presentando los costos del proyecto por un monto de C\$ 3, 009,898.98 (TRES MILLONES NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO CON 98/100 CORDOBAS). Con las actividades y obras a construir. Lo que es un elemento para la gestión del financiamiento.

RECOMENDACIONES

1. Reemplazar las válvulas de la red que se encuentran en mal estado e instalar las protecciones para una adecuada operación y mantenimiento.
2. Limpiar y desinfectar periódicamente el depósito de almacenamiento con la finalidad de mantener las condiciones sanitarias.
3. Sensibilizar a la población sobre el uso racional del agua, debido a que los consumos son excesivos por derroches con el riego de patios y calles.
4. Sensibilizar a la población mediante la puesta de afiches en lugares públicos (Escuelas, Centro de Salud) en los temas relacionados con el almacenamiento y manejo del agua de consumo.
5. Coordinar con el MINSA, el suministro de hipoclorito de sodio, para la desinfección del agua de consumo que es almacenamiento y eliminar los riesgos de contaminación.
6. Paralelo a la ejecución del proyecto, es necesario realizar un plan de promoción y capacitación a la población beneficiada, en temas de educación sanitaria, para mejorar los hábitos, conocimientos y condiciones de la población.
7. Realizar las actividades de mantenimiento preventivo descritas en el Anexo VI.8 (Operación y Mantenimiento), con la finalidad de preservar la infraestructura del sistema de agua potable.

BIBLIOGRAFIA

Catálogo de Costo y Presupuesto FISE

Diagnóstico y rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable en Asturias, Depto. Jinotega. Protocolo de investigación. Br. José Torrez Sandino, Br. Hernán Zeledón, Managua, Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (Ente Regulador). Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural y Saneamiento básico.

Manual de Diseño de Abastecimiento de Agua Potable. Ing. María Elena Baldizon.

Manual de Hidráulica de Acevedo Netto.

Normas Técnicas para el Diseño de abastecimiento y potabilización del agua INAA (NTON 09 003-99).

ANEXOS

Anexo - 1.1

Información Básica de Pozos y Equipos de Bombeo.

Información	Identificación de Pozo				
	1-A-75	F-1-91	F-2-82	A-4-75	N-1-92
Lugar de Ubicación	El Tanque	El Aguacate	Regla No.2	Regla No.1	La Zopilota
Cota de terreno aprox. (msmm)	361	336	291	285	380
Fecha de Construcción - Inicio - Terminó	01/05/75 04/11/75	18/05/91 -	20/02/8215/01/83	03/10/75 28/02/76	21/02/92 8/06/92
Método de Perforación	Percusión	Percusión	Percusión	Percusión	Percusión
Compañía Perforadora	Mc. Gregor	INAA	INAA	INAA	INAA
Profundidad Total (m)	183	186	201.22	176.8	214
Nivel Estático (m)	127.06	119	76.22	82.32	134
Diámetro del Agujero (m)	12	16	-	-	-
Revestimiento:					
Tubería Ciega de Acero - Diámetro (plg.) - Longitud (pies)	8 380	12 515	10 380	12 310	10 310
Rejilla en Acero - Diámetro (pies) - Longitud (pies) - Producción (pies)	8 80 3.69	12 75 0.97	10 200 0.97	10 230 1.15	10 100 1.15
Empaque de Grava: - Longitud (pies)	570	287	510	430	430
Long. Sello Sanit. (pies)	30	30	47	47	47
Prueba de Bombeo: - Caudal (gmp) - Nivel de Bombeo (pies) - Descenso (pies) - Cap. Espec. (gpm/pies)	250 700 180 1.9	200 668 200 2.1	300 650 210 2.2	150 720 205 1.8	440 650 210 2.1
Equipo de Bombeo Inst.: - Tipo - Q de operac. (gpm) - Potencia (HP) - Pot. de Motor (HP) - Revoluciones (rpm)	Eje Vertical 260 150 150 18	Eje Vertical - 150 150 1787	Eje Vertical 228 100 100 1850	Eje Vertical 300 100 100 1850	Eje Vertical 400 100 100 1850
Régimen de Bombeo (hr)	12	16	12	12	12
Produc. Diaria (m3)	622	816	622	816	816

Anexo - 5.1

Formato para Censo Poblacional.

INFORMACION DE CONTROL		Código	Cuestionario No: ____/____/____		
Encuestador			Duración de la Entrevista		
Supervisor			Hora de		Tiempo Total
Codificador			INICIO	FINALIZACION	
Digitalizador					

IDENTIFICACION DE LA ZONA/RUTA/CUENTA DEL SISTEMA DE REGISTRO DE ENACAL

(1) Zona, Barrio o Urbanización:		(2) Manzana N°	
(3) Zona y Ruta		(4) Cuenta	

INFORMACION GENERAL DEL ENTREVISTADO

(5) Nombre			(6) N° Cedula	
(7) Sexo	1. Femenino ()	Masculino ()	(8) Edad	
(9) Parentesco	1.- Jefe del hogar; 2.- Conyugue; 3.- Hija(o) soltera(o); 4.- Hija(o) casada(o); 5.- Nuera/Yerno; 6.- Nieta(o); 7.- Padre/Madre/Suegro(a); 8.- Hermana(o); 9.- Otra(o) pariente; 10.- No pariente; 11.- Servicio doméstico.			

INFORMACION GENERAL DEL JEFE DEL HOGAR

(10) Nombre		(11) N° Cedula	
(12) Sexo	1. Femenino () 2. Masculino ()	(13) Edad	

INFORMACION GENERAL DE LOS MIEMBROS DEL HOGAR

[illegible]

(14) Anotar el número de personas que dice el entrevistado. (15) anotar el número de años que dice el entrevistado. (16) anotar el número de personas que dice el entrevistado. (17): 1.- Jefe del hogar; 2.- Conyugue; 3.- Hija(o) soltera(o); 4.- Hija(o) casada(o); 5.- Nuera/Yerno; 6.- Nieta(o); 7.- Padre/Madre/Suegro(a); 8.- Hermana(o); 9.- Otra(o) pariente; 10.- No pariente; 11.- Servicio doméstico. (18): 1.- Femenino; 2.- Masculino. (19): 1.- Menor de 1 año; 2.- De 1 – 5 años; 3.- De 6 a 12 años; 4.- De 13 a 18 años; 5.- De 19 a 25 años; 6.- De 26 a 60 años; 7.- Más de 60 años. (20): 1.- Si; 2.- No. (21): 1.- Analfabeta; 2.- Alfabetizado; 3.- Pre escolar; 4.- Primaria incompleta; 5.- Primaria Completa; 6.- Secundaria incompleta; 7.- Secundaria completa; 8.- Técnico incompleto; 9.- Técnico completo; 10.- Universitario incompleto; 11.- Universitario completo; 11.- No aplica. (22): 1.- Ceguera total; 2.- Sordera total; 3.- Retardo mental; 4.- Perdida/discapacidad de brazos; 5.- Perdida discapacidad de piernas; 6.- Ninguna. (23): 1.- Si; 2.- No; 3.- No aplica. (24): 1.- Católica; 2.- Protestante; 3.- No tiene. (25): 1.- Si; 2.- No; 3.- No aplica

USO TENENCIA Y CARACTERISTICAS FISICAS DE LA VIVIENDA

(26) Uso que se le da a la propiedad (por observación)	(27) Tipo de negocio que se realiza en la vivienda o predio (solamente si la repuesta anterior fue la opción 2 ó 3)	(28) Tenencia de la vivienda	(29) Documento que soporta la tenencia
(30) Tipo de vivienda	(31) Tipo de sistema constructivo	(32) Material predominante en las paredes	(33) Estado de las paredes
(34) Material predominante en el techo	(35) Estado del techo	(36) Material predominante en el piso	(37) Estado del piso
(38) Estado de la vivienda	(39) No de ambientes que tiene (Sala, comedor, cuartos para dormir)	(40) No de cuartos que son ocupados para dormir	
(26): 1.- Vivienda; 2.- Vivienda/Negocio; 3.- Negocio; 4.- Ninguno; 5.- Otros. (27): 1.- Actividad productiva de procesamiento (artesanía, alimentos, etc.); 2.- Actividad comercial; 3.- Prestación de servicios (taller, etc.); 4.- Otra. (28): 1.- Propia con escritura; 2.- Propia sin escritura; 3.- Alquilada; 4.- Cédida o Prestada; 5.- Otro. (29): 1.- Escritura; 2.- Contrato de arriendo; 3.- Convenio de administración; 4.- Ningún documento; 5.- Otro. (30): 1.- Casa independiente; 2.- Apartamento; 3.- Cuarto en cuartería; 4.- Casa improvisada; 5.- Otros. (31): 1.- Mampostería reforzada; 2.- Mampostería confinada; 3.- Madera; 4.- Prefabricados; 5.- Minifalda; 6.- Zinc; 7.- Ripios; 8.- Otros. (32) 1.- Ladrillo de barro; 2.- Piedra cantera; 3.- Bloque de cemento; 4.- Adobe; 5.- Madera; 6.- Prefabricados; 7.- Minifalda; 8.- Taquezal; 9.- Zinc; 10.- Ripios. (33): 1.- Bueno; 2.- Regular; 3.- Malo. (34): 1.- Zinc; 2.- Tejas de barro; 3.- Asbesto; 4.- Ripios; 5.- Paja, palma o similar; 6.- Loza de concreto; 7.- Madera; 8.- Otros. (35): 1.- Bueno; 2.- Regular; 3.- Malo. (36): 1.- Ladrillo de cemento; 2.- Ladrillo de barro; 3.- Embaldosado; 4.- Cerámica; 5.- Madera; 6.- Tierra; 7.- Otros. (37): 1.- Bueno; 2.- Regular; 3.- Malo. (38): 1.- Bueno; 2.- Regular; 3.- Malo. (39): Anotar el número de ambientes con que cuenta la vivienda. (40) Anotar el número de cuartos.			

ACCESO A SERVICIOS BASICOS

(41) Disponen de Alumbrado domiciliar?	(42) Disponen de Alumbrado público?	(43) Disponen de servicio de agua potable?	(44) Disponen de servicio telefónico convencional
(45) Acceso a vialidad publica?	(46) Acceso al servicio público de recolección de basura.		
(41): 1.- Si; 2.- No. (42): 1.- Si; 2.- No. (43): 1.- Si; 2.- No. (44): 1.- Si; 2.- No. (45): 1.- Si; 2.- No. (46): 1.- Si; 2.- No.			

INFORMACION EGRESOS DE LOS MIEMBROS DE LA VIVIENDA

(47) Realizan pagos por servicio de energía eléctrica domiciliar?	(48) Realizan pagos por servicio de alumbrado público?	(49) Realizan pagos por servicio de agua potable?	(50) Realizan pagos por servicio de Alcantarillado Sanitario?
(51) Realizan pagos por servicio de recolección de basura?	(52) Realizan pagos por servicio telefonía convencional?	(53) Realizan pagos por servicio telefonía celular?	(54) Realizan pagos por servicio de televisión por cable?
(55) Realizan pagos por servicio de internet?	(56) Realizan pagos por servicio transporte escolar para niños?	(57) Realizan pagos por servicio de transporte colectivo?	(58) Realizan pagos por servicio de cuidado de niños y/o ancianos?
(59) Realizan pagos por servicio de empleada doméstica?	(60) Realizan pagos por servicio de salud (medicamentos, consultas, exámenes)?	(61) Realizan pagos por servicio de educación (útiles, uniformes, colegiatura)?	(62) Realizan pagos por vivienda (alquiler, amortización)?
(63) Realizan pagos por compra o alquiler de vehículo?	(64) Realizan pagos por compra de otros bienes durables?	(65) Realizan pagos por vestuario y belleza (cortero, sastre, tienda, salón)?	(66) Otro (excluir alimentación)?
(47): 1.- Si; 2.- No. (48): 1.- Si; 2.- No. (49): 1.- Si; 2.- No. (50): 1.- Si; 2.- No. (51): 1.- Si; 2.- No. (52): 1.- Si; 2.- No. (53): 1.- Si; 2.- No. (54): 1.- Si; 2.- No. (55): 1.- Si; 2.- No. (56): 1.- Si; 2.- No. (57): 1.- Si; 2.- No. (58): 1.- Si; 2.- No. (59): 1.- Si; 2.- No. (60): 1.- Si; 2.- No. (61): 1.- Si; 2.- No. (62): 1.- Si; 2.- No. (63): 1.- Si; 2.- No. (64): 1.- Si; 2.- No. (65): 1.- Si; 2.- No. (66): 1.- Si; 2.- No.			

(67) Personas que habitan en la vivienda y que aportan a los gastos									
Una		Dos		Tres		Cuatro		Más de cuatro	
De las personas que aportan al pago de los gastos, cuántas de ellas reciben ingresos en concepto de:									
(68) Actividad económica propia o negocio propio	(69) Empleo temporario	(70) Empleo permanente en institución pública	(71) Empleo permanente en empresa privada	(72) Apoyo económico de un familiar o amigo residente en el país	(73) Apoyo económico de un familiar o amigo residente en el exterior	(74) Pensión de entidad pública o privada	(75) Subsidio de entidad pública o privada		
(67): Marcar con “x” en la casilla que corresponda según indique el entrevistado. (68): Anotar # de personas. (69): Anotar # de personas. (70): Anotar # de personas. (71): Anotar # de personas. (72): Anotar # de personas. (73): Anotar # de personas. (74): Anotar # de personas. (75): Anotar # de personas.									

SERVICIOS DE AGUA

Fuentes de agua de las que, usualmente, se abastece			
(76) Tubería dentro de la vivienda conectada a la red de Enacal	(77) Tubería dentro de la vivienda (Solamente para los que no contestan la 76)	(78) Fuera de la vivienda (Solamente para los que no contestan la 76 y 77)	(79) Otra forma de abastecimiento (Solamente para los que no contestan la 76, 77 y 78)
(76): 1.- Con medidor; 2.- Sin medidor (cuota fija). (77): 1.- Conectada a otra vivienda; 2.- Conectada a pozo-bomba propia o comunal. (78): 1.- Toma pública; 2.- Pozo comunal propio o del vecino; 3.- Pipa; 4.- Carretón; 5.- Camión. (79) Anotar lo que el entrevistado indica.			

Preguntas (80 a 91) aplican solamente a los que respondieron la (76). Las (92, 93) aplican si respondieron las (77, 78, 79)

(80) El agua que recibe llega con presión?	(81) La presión con que llega el agua es:	(82) Normalmente cuántos días a la semana recibe agua?	(83) Normalmente cuántas horas al día recibe agua?	(84) En que horario recibe el agua?
(85) Cuánto paga mensualmente por el servicio de agua potable?	(86) Tiene medidor de agua potable en su vivienda?	(87) Considera que el medidor de agua potable está funcionando correctamente?	(88) Tiene facturas en reclamo en Enacal?	(89) Cuántas facturas de Enacal tiene pendiente de pago?
(90) Desde hace cuanto tiempo tiene reclamo de factura (solo para el que contesto Si en la 88)	(91) Si tiene reclamo, cuál es la razón? (solo para el que contesto Si en la 88)	(92) Si su servicio de agua está conectado a pozo-bomba este es:	(93) Si no está conectado a la red de Enacal, estaría dispuesto a conectarse y pagar por el servicio.	
(80): 1.- Si; 2.- No. (81): 1.- Alta; 2.- Media; 3.- Baja. (82): Anotar el # que dice el entrevistado. (83): 1.- Anotar el # que dice el entrevistado. (84): 1.- Por la madrugada; 2.- Por la mañana; 3.- Por la tarde; 4.- Por la noche. (85): Anotar la cantidad que dice el entrevistado. (86): 1.- Si; 2.- No. (87): 1.- Si; 2.- No. (88): 1.- Si; 2.- No. (89): 1.- Una; 2.- Dos; 3.- Más de dos; 4.- Ninguna. (90): 1.- Un mes; 2.- Dos meses; 3.- Más de dos meses. (91): 1.- Mala lectura del medidor; 2.- Exceso de cobro; 3.- Arreglo de pago; 4.- Otra (anotar la explicación que da el entrevistado). (92): 1.- Propio; 2.- Comunal. (93): 1.- Si; 2.- No.				

Cuánto tiempo utilizan los miembros de su vivienda para el acarreo de agua? (Estas preguntas son aplicables a los que respondieron de forma asertiva las preguntas 78 ó 79)		
(94) Distancia de su casa al puesto de agua.	(95) Todos los miembros de la vivienda	(96) Mujeres adultas
(97) Personas menores de 12 años.	(98) Cuántos adultos participan en la recogida del agua?	(99) Cuántos niños participan en la recogida del agua?
(100) Barriles de agua que se consumen diariamente en la vivienda.	(101) Estaría dispuesto a convertirse en usuario de Enacal?	
(94): Anotar en metros la distancia que dice el entrevistado(a) (95) Anotar el # de minutos que dice el entrevistado. (96): Anotar el # de minutos que dice el entrevistado. (97): Anotar el # de minutos que dice el entrevistado. (98) Anotar el # de adultos que dice el entrevistado. (99) Anotar el # de niños(as) que dice el entrevistado. (100): Anotar el # de barriles que dice el entrevistado. (101): 1.- Si; 2.- No.		

Anexo - 5.2

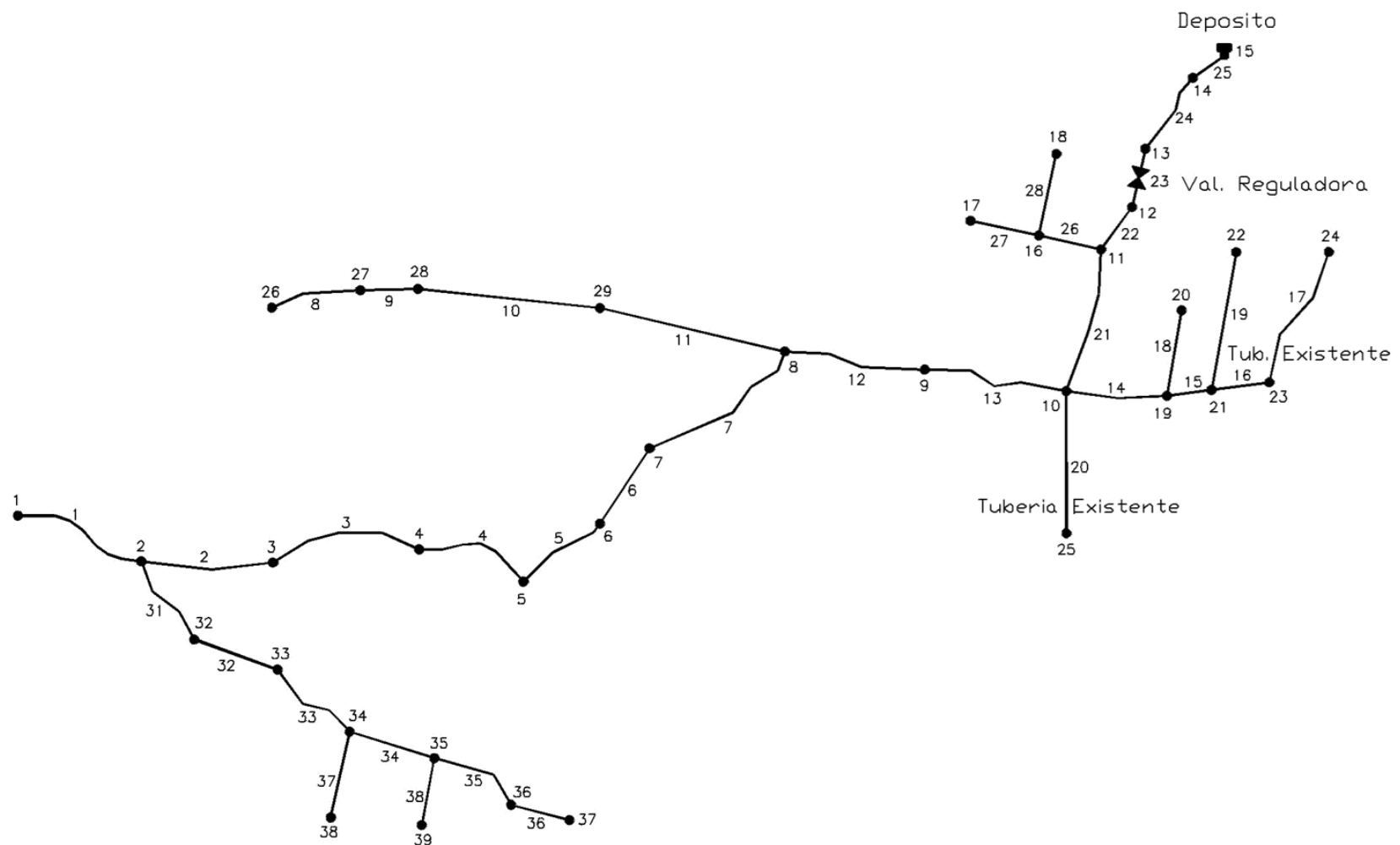
Proyección de Demanda de Agua Para 20 Año.

Año	Po (hab.)	Pdiseño (hab.)	C.P.D (lps)	C.P.D Total		C.M.D.		C.M.H.	
				(lps)	(gpm)	(lps)	(gpm)	(lps)	(gpm)
2012	2,222	2,222	1.54	1.85	29.35	2.62	41.58	4.17	66.04
2013	2,222	2,278	1.58	1.90	30.09	2.69	42.62	4.27	67.69
2014	2,278	2,334	1.62	1.95	30.84	2.76	43.69	4.38	69.39
2015	2,334	2,393	1.66	1.99	31.61	2.82	44.78	4.49	71.12
2016	2,393	2,453	1.70	2.04	32.40	2.90	45.90	4.60	72.90
2017	2,453	2,514	1.75	2.10	33.21	2.97	47.05	4.71	74.72
2018	2,514	2,577	1.79	2.15	34.04	3.04	48.22	4.83	76.59
2019	2,577	2,641	1.83	2.20	34.89	3.12	49.43	4.95	78.51
2020	2,641	2,707	1.88	2.26	35.76	3.20	50.67	5.08	80.47
2021	2,707	2,775	1.93	2.31	36.66	3.28	51.93	5.20	82.48
2022	2,775	2,844	1.98	2.37	37.57	3.36	53.23	5.33	84.54
2023	2,844	2,916	2.02	2.43	38.51	3.44	54.56	5.47	86.66
2024	2,916	2,988	2.08	2.49	39.48	3.53	55.93	5.60	88.82
2025	2,988	3,063	2.13	2.55	40.46	3.62	57.32	5.74	91.04
2026	3,063	3,140	2.18	2.62	41.48	3.71	58.76	5.89	93.32
2027	3,140	3,218	2.23	2.68	42.51	3.80	60.23	6.03	95.65
2028	3,218	3,299	2.29	2.75	43.58	3.89	61.73	6.19	98.05
2029	3,299	3,381	2.35	2.82	44.67	3.99	63.28	6.34	100.50
2030	3,381	3,466	2.41	2.89	45.78	4.09	64.86	6.50	103.01
2031	3,466	3,552	2.47	2.96	46.93	4.19	66.48	6.66	105.58
2032	3,552	3,641	2.53	3.03	48.10	4.30	68.14	6.83	108.22

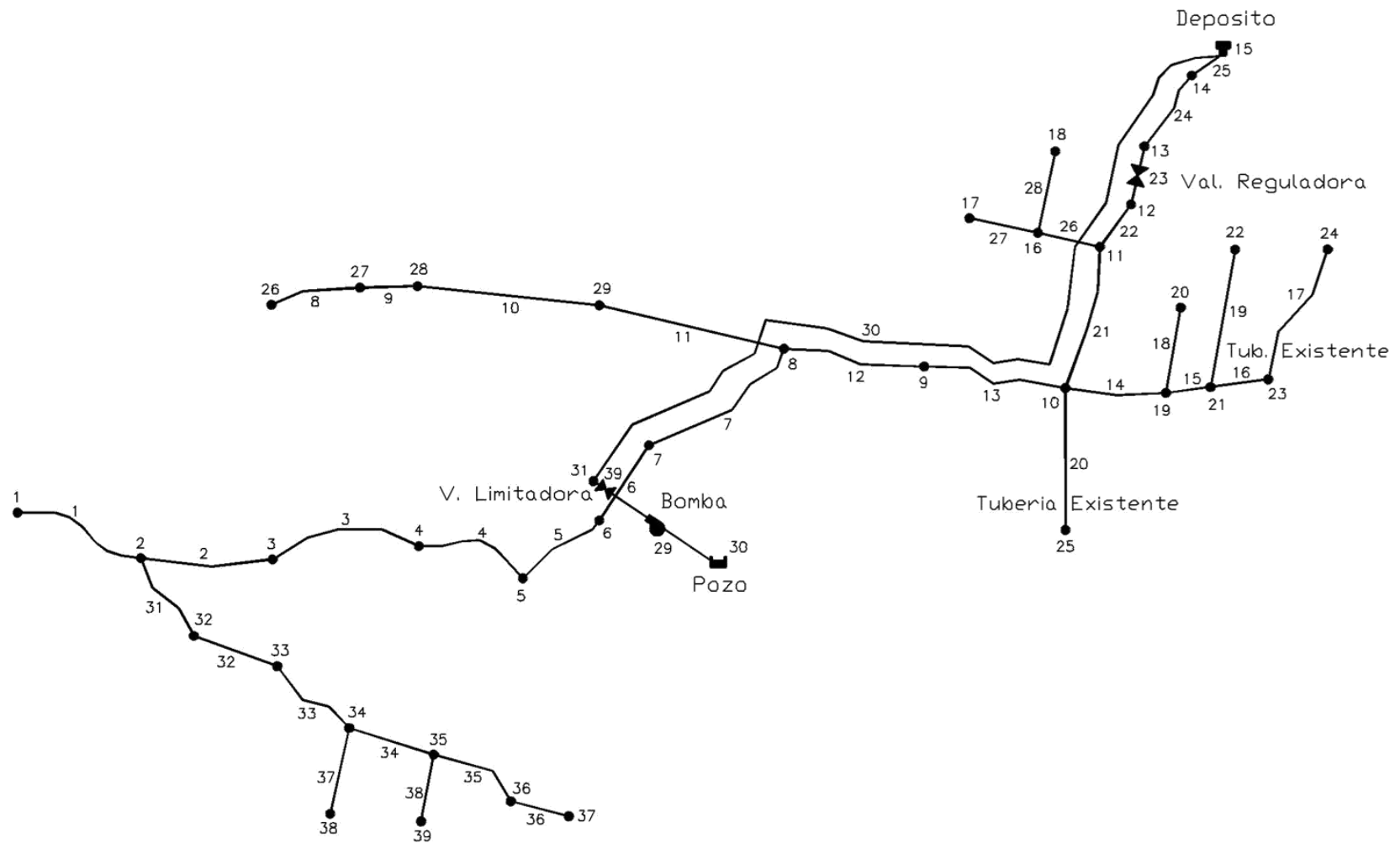
Anexo - 5.3

Esquema de Distribución Propuesto de Nodos y Tuberías.

ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCION PROPUESTA.



ESQUEMA DE LA LINEA Y RED DE DISTRIBUCION PROPUESTA.



Anexo - 5.4

**Análisis Hidráulico de la Red de Distribución con la Condición
de Cero Consumo.**

Estado de las Líneas de la Red

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 1	271.44	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 2	307.91	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 3	244.41	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 4	373.97	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 12	324.38	100	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 13	301.87	100	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 21	289.02	100	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 20	223.97	37.5	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 14	216.29	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 17	307.99	37.5	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 18	138.50	37.5	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 19	256.52	37.5	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 15	103.30	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 16	117.20	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 10	368.20	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 11	343.70	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 26	111.00	37.5	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 27	94.60	37.5	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 28	181.09	37.5	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 7	309.21	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 30	1925.01	100	150	-4.3	0.55	3.06
Tubería 22	269.430	100	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 5	131.63	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 6	207.28	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 34	136.22	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 36	119.33	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 37	159.45	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 38	135.2	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 31	248.55	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 32	188.55	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 33	270.92	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 35	241.78	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 8	172.55	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 9	147.1	75	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 24	206.29	100	150	0.00	0.00	0.00
Tubería 25	14.4	100	150	0.00	0.00	0.00
Bomba 29	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	4.30	0.00	-227.77
Válvula 23	Sin Valor	100	Sin Valor	0	0.00	41.76
Válvula 39	Sin Valor	100	Sin Valor	4.30	0.55	131.57

Estado de los Nodos de la Red

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	304.25	0.00	0.00	340.04	35.79
Nudo 2	300.46	0.00	0.00	340.04	39.58
Nudo 3	295.46	0.00	0.00	340.04	44.58
Nudo 4	292.46	0.00	0.00	340.04	47.58
Nudo 5	290.00	0.00	0.00	340.04	50.04
Nudo 8	298.73	0.00	0.00	340.04	41.31
Nudo 9	293.01	0.00	0.00	340.04	47.03
Nudo 10	287.97	0.00	0.00	340.04	52.07
Nudo 11	300.14	0.00	0.00	340.04	39.90
Nudo 25	286.70	0.00	0.00	340.04	53.34
Nudo 19	285.53	0.00	0.00	340.04	54.51
Nudo 23	283.96	0.00	0.00	340.04	56.08
Nudo 24	291.67	0.00	0.00	340.04	48.37
Nudo 21	284.40	0.00	0.00	340.04	55.64
Nudo 22	287.00	0.00	0.00	340.04	53.04
Nudo 20	286.22	0.00	0.00	340.04	53.82
Nudo 13	340.04	0.00	0.00	381.80	41.76
Nudo 26	310.00	0.00	0.00	340.04	30.04
Nudo 28	303.26	0.00	0.00	340.04	36.78
Nudo 29	301.48	0.00	0.00	340.04	38.56
Nudo 16	298.01	0.00	0.00	340.04	42.03
Nudo 17	299.02	0.00	0.00	340.04	41.02
Nudo 18	303.42	0.00	0.00	340.04	36.62
Nudo 7	294.84	0.00	0.00	340.04	45.20
Nudo 31	291.56	0.00	0.00	387.7	96.14
Nudo 12	340.04	0.00	0.00	340.04	0
Nudo 6	291.43	0.00	0.00	340.04	48.61
Nudo 32	297.38	0.00	0.00	340.04	42.66
Nudo 33	295.94	0.00	0.00	340.04	44.1
Nudo 34	294	0.00	0.00	340.04	46.04
Nudo 35	293.36	0.00	0.00	340.04	46.68
Nudo 36	292.06	0.00	0.00	340.04	47.98
Nudo 37	291	0.00	0.00	340.04	49.04
Nudo 38	292.50	0.00	0.00	340.04	47.54
Nudo 39	292.00	0.00	0.00	340.04	48.04
Nudo 27	303.79	0.00	0.00	340.04	36.25
Nudo 14	379.26	0.00	0.00	381.8	2.54
Nudo 40	291.56	0.00	0.00	519.27	227.71
Embalse 30	291.50	Sin Valor	-4.3	291.50	0.00
Depósito 15	380.80	Sin Valor	4.3	381.80	1.00

Anexo - 5.5

Análisis Hidráulico de la Red de Distribución con la Condición de Consumo Máximo Día

Estado de las Líneas de la Red

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 1	271.44	50	150	-0.08	0.04	0.05
Tubería 2	307.91	75	150	-1.10	0.25	0.99
Tubería 3	244.41	75	150	-1.26	0.28	1.27
Tubería 4	373.97	75	150	-1.43	0.32	1.63
Tubería 12	324.38	100	150	-2.59	0.33	1.2
Tubería 13	301.87	100	150	-2.77	0.35	1.36
Tubería 21	289.02	100	150	-3.72	0.47	2.34
Tubería 20	223.97	37.5	150	0.06	0.06	0.15
Tubería 14	216.29	50	150	0.59	0.30	2.26
Tubería 17	307.99	37.5	150	0.09	0.08	0.27
Tubería 18	138.50	37.5	150	-0.04	0.04	0.06
Tubería 19	256.52	37.5	150	-0.07	0.07	0.19
Tubería 15	103.30	50	150	0.42	0.21	1.20
Tubería 16	117.20	50	150	0.21	0.11	0.33
Tubería 10	368.20	75	150	-0.29	0.06	0.08
Tubería 11	343.70	75	150	-0.49	0.11	0.22
Tubería 26	111.00	37.5	150	0.19	0.17	1.12
Tubería 27	94.60	37.5	150	0.03	0.02	0.03
Tubería 28	181.09	37.5	150	0.05	0.05	0.1
Tubería 7	309.21	75	150	-1.82	0.41	2.53
Tubería 30	1925.01	100	150	-4.3	0.55	3.06
Tubería 22	269.43	100	150	-4.10	0.52	2.80
Tubería 5	131.63	75	150	1.58	0.36	1.94
Tubería 6	207.28	75	150	1.67	0.38	2.17
Tubería 34	136.22	50	150	0.32	0.16	0.74
Tubería 36	119.33	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería 37	159.45	50	150	0.05	0.02	0.02
Tubería 38	135.2	50	150	0.04	0.02	0.01
Tubería 31	248.55	50	150	-0.79	0.4	3.85
Tubería 32	188.55	50	150	0.66	0.34	2.79
Tubería 33	270.92	50	150	0.53	0.27	1.86
Tubería 35	241.78	50	150	0.14	0.07	0.15
Tubería 8	172.55	50	150	0.05	0.02	0.02
Tubería 9	147.1	75	150	0.14	0.03	0.02
Tubería 24	206.29	100	150	-4.23	0.54	2.97
Tubería 25	14.4	100	150	4.3	0.55	3.05
Bomba 29	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	4.3	0	-227.77
Válvula 23	Sin Valor	100	Sin Valor	4.1	0.52	41.1
Válvula 39	Sin Valor	100	Sin Valor	4.30	0.55	131.57

Estado de los Nodos de la Red

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	304.25	0.077	0.08	335.09	30.84
Nudo 2	300.46	0.236	0.24	335.10	34.64
Nudo 3	295.46	0.158	0.16	335.41	39.95
Nudo 4	292.46	0.176	0.18	335.72	43.26
Nudo 5	290.00	0.144	0.14	336.32	46.32
Nudo 8	298.73	0.279	0.28	337.81	39.08
Nudo 9	293.01	0.179	0.18	338.20	45.19
Nudo 10	287.97	0.294	0.29	338.61	50.64
Nudo 11	300.14	0.191	0.19	339.29	39.15
Nudo 25	286.70	0.064	0.06	338.58	51.88
Nudo 19	285.53	0.131	0.13	338.12	52.59
Nudo 23	283.96	0.121	0.12	337.96	54.00
Nudo 24	291.67	0.088	0.09	337.88	46.21
Nudo 21	284.40	0.136	0.14	338.00	53.60
Nudo 22	287.00	0.073	0.07	337.95	50.95
Nudo 20	286.22	0.040	0.04	338.11	51.89
Nudo 13	340.04	0.136	0.14	381.14	41.10
Nudo 26	310.00	0.049	0.05	337.70	27.70
Nudo 28	303.26	0.147	0.15	337.71	34.45
Nudo 29	301.48	0.203	0.20	337.74	36.26
Nudo 16	298.01	0.110	0.11	339.16	41.15
Nudo 17	299.02	0.027	0.03	339.16	40.14
Nudo 18	303.42	0.052	0.05	339.14	35.72
Nudo 7	294.84	0.147	0.15	337.03	42.19
Nudo 31	291.56	0.00	0.00	387.7	96.14
Nudo 12	340.04	0.00	0.00	340.04	0
Nudo 6	291.43	0.10	0.10	336.58	45.15
Nudo 32	297.38	0.125	0.12	334.14	36.76
Nudo 33	295.94	0.131	0.13	333.62	37.68
Nudo 34	294	0.162	0.16	333.11	39.11
Nudo 35	293.36	0.146	0.15	333.01	39.65
Nudo 36	292.06	0.103	0.1	332.98	40.92
Nudo 37	291	0.034	0.03	332.97	41.97
Nudo 38	292.50	0.046	0.05	333.11	40.61
Nudo 39	292.00	0.039	0.04	333.01	41.01
Nudo 27	303.79	0.091	0.09	337.7	33.91
Nudo 14	379.26	0.063	0.06	381.76	2.5
Nudo 40	291.56	0	0	519.27	227.71
Embalse 30	291.50	Sin Valor	-4.3	291.50	0.00
Depósito 15	380.80	Sin Valor	0.01	381.80	1.00

Anexo - 5.6

**Análisis Hidráulico de la Red de Distribución con la Condición
de Consumo Máxima Hora.**

Estado de las Líneas de la Red

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 1	271.44	50.00	150	-0.12	0.06	0.12
Tubería 2	307.91	75	150	-1.75	0.39	2.34
Tubería 3	244.41	75	150	-2	0.45	3.00
Tubería 4	373.97	75	150	-2.27	0.51	3.82
Tubería 12	324.38	100	150	-4.11	0.52	2.82
Tubería 13	301.87	100	150	-4.40	0.56	3.19
Tubería 21	289.02	100	150	-5.90	0.75	5.51
Tubería 20	223.97	37.5	150	0.10	0.09	0.36
Tubería 14	216.29	50	150	0.94	0.48	5.32
Tubería 17	307.99	37.5	150	0.14	0.13	0.64
Tubería 18	138.50	37.5	150	-0.06	0.06	0.15
Tubería 19	256.52	37.5	150	-0.12	0.11	0.45
Tubería 15	103.30	50	150	0.66	0.34	2.83
Tubería 16	117.20	50	150	0.33	0.17	0.78
Tubería 10	368.20	75	150	-0.46	0.10	0.20
Tubería 11	343.70	75	150	-0.78	0.18	0.53
Tubería 26	111.00	37.5	150	0.30	0.27	2.63
Tubería 27	94.60	37.5	150	0.04	0.04	0.07
Tubería 28	181.09	37.5	150	0.08	0.07	0.24
Tubería 7	309.21	75	150	-2.89	0.65	5.97
Tubería 30	1925.01	100	150	-4.3	0.55	3.06
Tubería 22	269.43	100	150	-6.51	0.83	6.59
Tubería 5	131.63	75	150	2.5	0.57	4.57
Tubería 6	207.28	75	150	2.66	0.6	5.1
Tubería 34	136.22	50	150	0.51	0.26	1.74
Tubería 36	119.33	50	150	0.05	0.03	0.03
Tubería 37	159.45	50	150	0.07	0.04	0.05
Tubería 38	135.2	50	150	0.06	0.03	0.03
Tubería 31	248.55	50	150	-1.25	0.64	9.05
Tubería 32	188.55	50	150	1.05	0.53	6.57
Tubería 33	270.92	50	150	0.84	0.43	4.36
Tubería 35	241.78	50	150	0.22	0.11	0.36
Tubería 8	172.55	50	150	0.08	0.04	0.05
Tubería 9	147.1	75	150	0.22	0.05	0.05
Tubería 24	206.29	100	150	-6.72	0.86	7.01
Tubería 25	14.4	100	150	6.83	0.87	7.21
Bomba 29	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	4.3	0	-227.77
Válvula 23	Sin Valor	100	Sin Valor	6.51	0.83	40.21
Válvula 39	Sin Valor	100	Sin Valor	4.3	0.55	131.57

Estado de los Nodos de la Red

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	304.25	0.123	0.12	328.37	24.12
Nudo 2	300.46	0.375	0.38	328.4	27.94
Nudo 3	295.46	0.250	0.25	329.13	33.67
Nudo 4	292.46	0.280	0.28	329.86	37.40
Nudo 5	290.00	0.229	0.23	331.29	41.29
Nudo 8	298.73	0.443	0.44	334.79	36.06
Nudo 9	293.01	0.284	0.28	335.71	42.70
Nudo 10	287.97	0.467	0.47	336.67	48.70
Nudo 11	300.14	0.303	0.30	338.26	38.12
Nudo 25	286.70	0.102	0.10	336.59	49.89
Nudo 19	285.53	0.208	0.21	335.52	49.99
Nudo 23	283.96	0.193	0.19	335.14	51.18
Nudo 24	291.67	0.140	0.14	334.94	43.27
Nudo 21	284.40	0.216	0.22	335.23	50.83
Nudo 22	287.00	0.116	0.12	335.11	48.11
Nudo 20	286.22	0.063	0.06	335.50	49.28
Nudo 13	340.04	0.216	0.22	380.25	40.21
Nudo 26	310.00	0.078	0.08	334.52	24.52
Nudo 28	303.26	0.234	0.23	334.54	31.28
Nudo 29	301.48	0.322	0.32	334.61	33.13
Nudo 16	298.01	0.175	0.17	337.97	39.96
Nudo 17	299.02	0.043	0.04	337.96	38.94
Nudo 18	303.42	0.082	0.08	337.93	34.51
Nudo 7	294.84	0.234	0.23	332.95	38.11
Nudo 31	291.56	0.00	0.00	387.7	96.14
Nudo 12	340.04	0.00	0.00	340.04	0
Nudo 6	291.43	0.15	0.15	331.89	40.46
Nudo 32	297.38	0.198	0.2	326.15	28.77
Nudo 33	295.94	0.208	0.21	324.92	28.98
Nudo 34	294	0.257	0.26	323.73	29.73
Nudo 35	293.36	0.233	0.23	323.5	30.14
Nudo 36	292.06	0.164	0.16	323.41	31.35
Nudo 37	291	0.054	0.05	323.41	32.41
Nudo 38	292.50	0.072	0.07	323.73	31.23
Nudo 39	292.00	0.061	0.06	323.49	31.49
Nudo 27	303.79	0.145	0.14	334.53	30.74
Nudo 14	379.26	0.107	0.11	381.7	2.44
Nudo 40	291.56	0	0	519.27	227.71
Embalse 30	291.50	Sin Valor	-4.3	291.50	0.00
Depósito 15	380.80	Sin Valor	-2.53	381.80	1.00

Anexo 5.7 Sondeo de Tipo de Suelo.

Sondeo	Profundidad	Tipo de Suelo
S1	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla arcilla
S2	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla arcilla
S3	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla arcilla
S4	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla arcilla
S5	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla arcilla
S6	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla arcilla
S7	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla y arena arcilla y arena
S8	0.00 a 0.20 0.20 a 1.20	arcilla y arena arcilla

Información Proporcionada en formato Word, por la Alcaldía de Diriomo

Anexo - 5.8
Manual de Operación y Mantenimiento

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

A continuación se presenta un programa de operación y mantenimiento recomendado a realizarse en el sistema mejorado.

POZO PERFORADO.

Al terminar la perforación del pozo es necesario proceder a efectuar una prueba de desarrollo y desinfección del mismo.

Las actividades diarias de operación son:

- ♦ Cumplir estrictamente con el horario de trabajo previsto en el diseño del sistema.
- ♦ Abrir la válvula de limpieza, al inicio de la operación automática del equipo de bombeo, para que salga el agua turbia, por unos 2 o 3 minutos hasta obtener agua cristalina.
- ♦ Cuando empieza a salir el agua cristalina, se debe abrir poco a poco la válvula de descarga hacia el tanque de almacenamiento y al mismo tiempo cerrar, también poco a poco la válvula de limpieza, cumpliendo con el tiempo de cierre especificado en la válvula.
- ♦ Hacer las lecturas y anotaciones correspondientes de caudal y de presión del agua durante el equipo esté operando.

El mantenimiento del pozo consistirá en las siguientes acciones:

Mensual

- ♦ Tomar una muestra de agua para analizar su calidad físico-química y bacteriológica. Las muestras pueden tomarse con menos frecuencia si las pruebas demuestran una buena calidad del agua.
- ♦ Limpiar de maleza el predio donde está ubicado el pozo.

Anual

- ♦ Revisar la lubricación del eje de la bomba.
- ♦ Desinfección del pozo.

EQUIPOS DE BOMBEO

En la caseta de bombeo se deberá tener a la vista un tablero donde se expondrá:

- ♦ Lista de acciones previas que deben realizarse para poner en funcionamiento el equipo.
- ♦ Diagrama indicando válvulas que estarán abiertas y cerradas cuando el equipo opera para el servicio o para limpieza.
- ♦ Remitirse al manual del fabricante del equipo de bombeo.

LINEA DE IMPULSIÓN

Puesta en Marcha

- ♦ Cerrar la válvula de compuerta ubicada en la línea de impulsión y abrir la válvula de compuerta ubicada en la línea de desagüe.
- ♦ Una vez que el equipo inicié operaciones, se deberá abrir lentamente la válvula de compuerta ubicada en la línea de impulsión y cerrar lentamente la válvula de compuerta ubicada en la línea de desagüe.

Mantenimiento

- ♦ Semanalmente se deberá inspeccionar la línea para detectar fugas y proceder a su reparación.
- ♦ Anualmente se deberán pintar los elementos metálicos en la línea.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

- ♦ Abrir la válvula de entrada y salida a la red de distribución, cerrar la de desagüe. Esta operación se realizará para limpieza y desinfección de la unidad.
- ♦ Al inicio de su operación, se deberá proceder a la desinfección de la unidad de la siguiente manera:
- ♦ Cerrar la válvula de salida y entrada, luego abrir la válvula de desagüe. Verificar si el reservorio está vacío.
- ♦ Limpiar con una escobilla las paredes y el fondo de la unidad.
- ♦ Preparar una solución de hipoclorito de calcio al 30 % con una concentración de 50 ppm.

- ♦ Cerrar la válvula de salida y desagüe, abrir la válvula de entrada dejando que se llene la unidad. Una vez lleno, cerrar la válvula de entrada de agua y agregar la solución de hipoclorito de calcio, procurando que se mezcle bien.
- ♦ Dejar la solución de hipoclorito de calcio en el reservorio durante 4 horas por lo menos; transcurrido ese tiempo vaciar el reservorio a la red si se tiene que desinfectar el sistema de distribución, o en su efecto drenar por el desagüe.

Frecuencia	Trabajos a realizar
Mensual	- Maniobrar las válvulas de entrada, salida y rebose para mantenerlas operativas.
Trimestral	- Limpiar de maleza el entorno
Semestral	- Limpiar y desinfectar la unidad - Verificar las tuberías

LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION

Para la operación de la línea de conducción del tanque hacia la red de distribución es necesario abrir la válvula de salida del reservorio a la red.

Cuando se requiera efectuar limpieza y desinfección en las tuberías correspondientes a la red de distribución deberán efectuarse las siguientes acciones:

- ♦ Notificar a la población que se va a realizar la limpieza y desinfección de la red y que no dispondrán del servicio mientras dure esta labor. Cerrar la válvula de pase localizada en la obra de captación o el tanque de almacenamiento.

- ♦ De preferencia llevar a cabo esta acción en horas de la tarde para no causar incomodidad al usuario.
- ♦ Abrir la válvula de purga o limpieza hasta que se vacíe totalmente el agua contenida en las tuberías. En la red de distribución también se puede hacer uso de las conexiones localizados en los puntos bajos del sistema.
- ♦ Preparar la solución de hipoclorito de calcio según el volumen a desinfectar con una concentración de 50 ppm.
- ♦ Dejar la solución durante 4 horas retenida en las tuberías.
- ♦ Vaciar totalmente la red abriendo las válvulas.
- ♦ Poner en servicio la red cuando no se perciba olor a cloro o cuando el residual medio en el comparador no sea mayor de 0.5 mg/l. Abrir la válvula de pase.

Mantenimiento

Frecuencia	Trabajos a realizar
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar tuberías y válvulas. - Detectar las fugas y repararlas. - Abrir y cerrar las válvulas, verificando su funcionamiento.